

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 212 – 2026

## 城市地下道路工程设计标准

Design standard for urban underground road engineering

2026-02-05 发布

2026-04-01 实施

深圳市住房和建设局  
深圳市交通运输局

联合发布

深圳市工程建设地方标准

城市地下道路工程设计标准

Design standard for urban underground road engineering

**SJG 212 - 2026**

2026 深 圳

# 前 言

根据《深圳市住房和建设局关于发布 2020 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目(第一批)的通知》(深建标〔2020〕2 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内外先进标准,结合深圳市的实际情况,并在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.通行能力和服务水平;5.道路横断面;6.平面和纵断面设计;7.道路出入口;8.地下道路与城市设施协同设计;9.地下道路主体结构;10.地下道路运营设施;11.地下道路附属设施;12.交通安全与运营管理设施;13.节能设计与环境保护;14.地下道路工程信息模型。

本标准由深圳市住房和建设局、深圳市交通运输局联合批准发布,由深圳市交通运输局业务归口并组织深圳市交通公用设施建设中心、中交第一公路勘察设计研究院有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议,请寄送至中交第一公路勘察设计研究院有限公司(地址:陕西省西安市科技四路 205 号,邮政编码:710005),以供今后修订时参考。

本标准主编单位:深圳市交通公用设施建设中心

中交第一公路勘察设计研究院有限公司

本标准参编单位:上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

深圳市综合交通与市政工程设计研究总院有限公司

中交公路规划设计有限公司

深圳市市政设计研究院有限公司

深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司

深圳市交通运输局交通公用设施管理处

本标准主要起草人员:王 柱 刘辉喜 姚红志 吴连波 白东锋  
曾东洋 盛 萍 冯励凡 刘洪洲 严建财  
余世为 孔祥岁 陈 灯 杨宇星 王 松  
程 鹏 陈炯昭 李 军 李 星 李广华  
曹校勇 刘向阳 许 甜 王 勇 李大绪  
胡晓勇 彭 坤 王 璇 胡传鹏 沈晨卫  
张晓梅 王 晟

本标准主要审查人员:曾 毅 薛锡芝 冯 霞 万 波 谢陈峰  
程 庆 张 祥

# 目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	6
3.1	一般规定	6
3.2	地下道路分类	6
3.3	设计原则	7
3.4	设计速度	8
3.5	设计工作年限	8
4	通行能力和服务水平	9
4.1	一般规定	9
4.2	地下快速路	9
4.3	地下其他等级道路	10
5	道路横断面	11
5.1	一般规定	11
5.2	横断面布置	11
5.3	横断面组成及宽度	11
5.4	建筑限界	13
6	平面和纵断面设计	16
6.1	一般规定	16
6.2	平面和纵断面设计	16
6.3	停车视距	16
7	道路出入口	17
7.1	一般规定	17
7.2	出入口间距	17
7.3	分合流设计	17
7.4	变速车道设计	18
7.5	地下道路与地面道路衔接	19
8	地下道路与城市设施协同设计	20
8.1	地下道路立体交叉协同设计	20
8.2	地下道路与公路、铁路、城市轨道交通等立体交叉协同设计	20
8.3	地下道路与城市管网、管廊等立体交叉协同设计	22
8.4	地下道路与穿越河流水系、航道等立体交叉设计	22
8.5	地下道路与地下车库、交通综合体的衔接设计	23
9	地下道路主体结构	25
9.1	一般规定	25
9.2	施工工法	25

9.3	明挖及堰筑法地下道路主体结构.....	26
9.4	盾构法地下道路主体结构.....	27
9.5	矿山法地下道路主体结构.....	28
9.6	沉管法地下道路主体结构.....	29
9.7	顶管法地下道路主体结构.....	31
9.8	防水.....	31
9.9	耐久性设计.....	34
9.10	结构抗震.....	35
10	地下道路运营设施.....	38
10.1	一般规定.....	38
10.2	通风与排烟.....	38
10.3	给排水与消防.....	39
10.4	供配电与照明.....	41
10.5	综合监控.....	44
11	地下道路附属设施.....	46
11.1	一般规定.....	46
11.2	附属建筑设施设计.....	46
11.3	地下道路洞口光过渡设计.....	47
11.4	地下道路内装饰.....	48
11.5	路面工程.....	49
11.6	地下道路防灾.....	49
12	交通安全与运营管理设施.....	51
12.1	一般规定.....	51
12.2	交通标志标线.....	51
12.3	安全设施.....	53
12.4	智慧交通.....	53
13	节能设计与环境保护.....	55
13.1	一般规定.....	55
13.2	节能设计.....	55
13.3	环境保护.....	55
14	地下道路工程信息模型.....	56
14.1	一般规定.....	56
14.2	模型要求.....	56
14.3	交付与审核.....	56
	本标准用词说明.....	58
	引用标准名录.....	59
	附：条文说明.....	61

# Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Term.....	2
2.2	Symbols.....	4
3	Basic Requirements.....	6
3.1	General Requirements.....	6
3.2	Urban Underground Road Classification.....	6
3.3	Design Principle.....	7
3.4	Design Speed.....	8
3.5	Design Life.....	8
4	Capacity and Level of Service.....	9
4.1	General Requirement.....	9
4.2	Urban Underground Freeway.....	9
4.3	Other Urban Underground Road.....	10
5	Cross Section.....	11
5.1	General Requirements.....	11
5.2	Cross Section Layout.....	11
5.3	Cross Section Element.....	11
5.4	Boundary Line of Road Construction.....	13
6	Horizontal and Vertical Alignment.....	16
6.1	General Requirements.....	16
6.2	Horizontal and Vertical Alignment Design.....	16
6.3	Stopping Sight Distance.....	16
7	Exit and Entrance.....	17
7.1	General Requirements.....	17
7.2	Spacing Between Ramps.....	17
7.3	Merging and Diverging Area.....	17
7.4	Speed Change Lane.....	18
7.5	Connection Between Underground Road and Ground Road.....	19
8	Collaborative Design of Underground Roads and Urban Facilities.....	20
8.1	Crossover Design of Underground Roads.....	20
8.2	Underground Roads with Highways, Railways, Urban Rail Transit, etc.....	20
8.3	Underground Roads with Urban Pipeline Networks and Pipe Galleries.....	22
8.4	Underground Roads with Rivers, Waterways, and Shipping Channels.....	22
8.5	Underground Roads with Underground Garages and Transportation Complexes.....	23
9	Underground Road Main Structure.....	25
9.1	General Requirements.....	25
9.2	Construction Method.....	25
9.3	Cut and Cover Method.....	26

9.4	TBM.....	27
9.5	Mining Method.....	28
9.6	Immersed Method.....	29
9.7	Pipe Jacking Method.....	31
9.8	Engineering Waterproof.....	31
9.9	Structural Durability.....	34
9.10	Structural Seismic Design.....	35
10	Underground Road Operation Management Facilities.....	38
10.1	General Requirements.....	38
10.2	Ventilation and Smoke Extraction.....	38
10.3	Water Supply,Drainage and Fire Protection.....	39
10.4	Power Supply and Lighting.....	41
10.5	Integrated Monitoring System.....	44
11	Underground Road Ancillary Facilities.....	46
11.1	General Requirements.....	46
11.2	Affiliated Facilities Design.....	46
11.3	Natural Light Transition Design.....	47
11.4	Interior Decoration Design.....	48
11.5	Pavement Design.....	49
11.6	Disaster Prevention.....	49
12	Traffic Safety and Operation Management Facilities.....	51
12.1	General Requirements.....	51
12.2	Traffic Signs and Markings.....	51
12.3	Traffic Safeguard Facilities.....	53
12.4	Intelligent Transportation.....	53
13	Energy-saving Design and Environmental Protection.....	55
13.1	General Requirements.....	55
13.2	Energy-saving Design.....	55
13.3	Environmental Protection.....	55
14	Underground Road BIM Design.....	56
14.1	General Requirements.....	56
14.2	BIM Model Requirements.....	56
14.3	Delivery.....	56
	Explanation of Wording in This Standard.....	58
	List of Quoted Standards.....	59
	Addition: Explanation of Provisions.....	61



# 1 总 则

**1.0.1** 为适应深圳市城市建设和发展的需要，规范城市地下道路工程设计，统一全市城市地下道路工程设计主要技术指标，提高精细化设计水平，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建和改扩建的城市地下道路工程设计，不包括人行及非机动车的专用地下道路。

**1.0.3** 城市地下道路工程设计应遵循安全可靠、以人为本、经济合理、低碳环保、可持续发展的原则。

**1.0.4** 本标准未规定的相关内容，应符合国家、行业及深圳市现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 城市地下道路 urban underground road

城市地表以下供机动车、非机动车、行人通行的城市道路。

#### 2.1.2 建筑限界 building clearance

限定机动车、非机动车或行人通行的空间，即为地下道路内任何设施设置均不得侵入的轮廓线。

#### 2.1.3 地下道路净空断面 tunnel cross-section

地下道路衬砌内轮廓线与路面、侧沟所围成的断面区域。

#### 2.1.4 紧急停车带 emergency parking area

地下道路内供故障车辆检修或等待救援的停车区域。

#### 2.1.5 车行横通道 cross for vehicle passing

紧急情况下供救援车辆或人员出入的通道。

#### 2.1.6 人行横通道 cross for pedestrian passing

紧急情况下供人员逃生或救援人员出入的通道。

#### 2.1.7 地下车库联络道 underground parking link

用于连接各地块地下车库并直接与城市道路相衔接的地下车行道路。

#### 2.1.8 非机动车专用路 (dedicated non-motorized vehicle lane)

采用竖向设施(护栏、护柱、分隔带等)分隔的专供人力或畜力驱动的非机动车(如自行车、三轮车)，以及符合国家标准的电动自行车、残疾人机动轮椅车等通行的独立空间。

#### 2.1.9 出入口 entrance and exit

在地下道路主线上设置的供车辆驶出或驶入地下道路主线的单向交通路口，一般通过匝道与衔接道路连接。

#### 2.1.10 通行能力 traffic capacity

通行能力是指在一定的道路和交通条件下，单位时间内道路上某一路段通过某一断面的最大交通量。

#### 2.1.11 总体设计 general design

为系统、全面地协调道路工程项目外部和内部各专业间的关系，确定本项目及其各分项的技术标准、建设规模、主要技术指标和设计方案，完成城市地下道路工程建设项目各阶段的总体目标而进行的设计。

#### 2.1.12 停车视距 stopping sight distance

车辆行驶时，驾驶人员自看到前方障碍物时起，至达到障碍物前安全停车止，所需的最短行车距离。

#### 2.1.13 地下道路工程信息模型 Underground road engineering information modeling

在地下道路工程全生命期内，对其物理和功能特性进行数字化表达，并依此规划、设计、施工、运维的过程和结果的总称，简称模型。

#### 2.1.14 结构耐久性 structure durability

在预定的环境作用和预期的维修与使用条件下，结构及其构件在规定期限内维持其所需最基本适用性和安全性的能力。

### **2.1.15 地下道路防水 underground road waterproofing**

为保障地下道路运营安全、设备正常使用、结构耐久性 & 美观而采取的防止地下水向洞内渗流的措施，一般可分为衬砌防水系统与路面防水系统。

### **2.1.16 地下道路排水 underground road drainage system**

将地下道路内或衬砌背后积水排出洞外的措施，可分为衬砌排水系统、路面排水系统及路基排水系统。

### **2.1.17 管片 segment**

地下道路预制衬砌环的基本单元，管片的类型有钢筋混凝土管片、纤维混凝土管片、钢管片、铸铁管片、复合管片等。

### **2.1.18 整体式衬砌 monolithic lining**

地下道路开挖后直接用模筑混凝土或砌体修建衬砌的地下道路支护形式。

### **2.1.19 复合式衬砌 composite lining**

由喷锚初期支护和模筑混凝土二次支护构成的地下道路支护形式。

### **2.1.20 节段 segment**

管节沿纵向划分的预制单元。

### **2.1.21 管节 element**

指经预制、浮运、沉放的沉管地下道路的完整单元。一个管节可以是一个整体或由多个节段组成。

### **2.1.22 干坞 dry dock**

为预制沉管地下道路的管节而设置的专用场地。

### **2.1.23 最终接头 closure or final joint**

最后一节沉放管节与之前沉放或现浇管节之间的部分，一般在现场通过干作业或者水下作业浇筑完成。

### **2.1.24 动态设计 dynamic design**

在地下道路施工过程中，根据地质条件变化情况及时调整开挖方法或支护参数的一种处置方法。

### **2.1.25 超前地质预报 advanced geological forecast**

在分析既有地质资料的基础上，采用物探、钻探等手段，对开挖面前方的地质条件进行探测、分析与评价的活动。

### **2.1.26 监控量测 monitoring measurement**

为保障地下道路施工安全与优化支护参数，在地下道路内或地表，对地层及支护结构的变形与应力进行量测、分析与评价的活动。

### **2.1.27 氯离子扩散系数 $Cl^-$ diffusion coefficient**

表示氯离子借助混凝土中的毛细孔孔壁吸附水从高浓度区向低浓度区扩散性的参数。

### **2.1.28 耐火极限 fire resistance limit**

在地下道路耐火试验条件下，建筑构件、配件或结构从受到火的作用时起，到失去稳定性、完整性或隔热性的这段时间。

### **2.1.29 纵向通风 longitudinal ventilation**

通风气流在行车空间沿地下道路纵向的流动。

### **2.1.30 半横向通风 semi-transverse ventilation**

通风气流在行车空间沿垂直于地下道路纵向（横向）进入（或排出）、沿地下道路纵向排出（或进入）的流动。

### 2.1.31 重点排烟 concentrated smoke extraction

在地下道路纵向设置专用排烟风道，并设置一定数量的排烟口。火灾时，远程控制火源附近的排烟口开启，将烟气快速有效地排出行车空间。

### 2.1.32 应急照明 emergency lighting

在地下道路的正常照明电源失效时而启动的照明，并供人员疏散和保障安全的照明。应急照明包括疏散指示照明、安全照明、备用照明。

### 2.1.33 加强照明 intensive lighting

为了降低车辆进出地下道路时所产生的“黑洞效应”、“白洞效应”所设置的附加照明。

### 2.1.34 附属设施 ancillary facilities

地下道路的附属设施指为了满足使用功能或防灾而设置的通风机房、地面风亭、风塔、变配电所、消防泵房、雨水泵房、废水泵房、管线、人行横洞、车行横洞、避险设施、标志、标线、标牌等。

### 2.1.35 高精度定位设施 high precision positioning equipment

通过北斗地基增强、5G 等技术手段，向覆盖范围内用户提供动态亚米级以上高精度定位服务的路侧设施。

## 2.2 符 号

### 2.2.1 几何尺寸

- $E$  ——建筑限界顶角宽度(m);
- $h$  ——缘石外露高度(m);
- $h_b$  ——防撞设施高度(m);
- $H$  ——建筑限界顶角高度(m);
- $H_c$  ——机动车车行道最小净高(m);
- $H_p$  ——检修道或人行道最小净高(m);
- $W_c$  ——机动车道的车行道宽度(m);
- $W_j$  ——检修道宽度(m);
- $W_l$  ——侧向净宽(m);
- $W_{mc}$  ——路缘带宽度(m);
- $W_p$  ——人行道宽度(m);
- $W_{pb}$  ——非机动车道的路面宽度(m);
- $W_{pc}$  ——机动车道路面宽度(m);
- $W_{sc}$  ——安全带宽度(m);
- $H_b$  ——管节干舷(m);
- $B$  ——管节设计宽度(m);
- $L$  ——管节实际预制长度 (m) ;
- $\overline{MG}$  ——定倾高度 (m) ;
- $\overline{GF}$  ——管节浮心至管节重心间的距离 (m) 。
- $V$  ——管节排水体积 (m<sup>3</sup>) 。

### 2.2.2 荷载

- $W_s$  ——管节自重 (kN) ;
- $W_f$  ——舾装件重量 (kN) 。

### 2.2.3 其他

$J_w$  ——浮运时管节内压载水箱中水体对自身重心铅垂线的惯性矩 ( $\text{m}^4$ )；

$J$  ——浮运时管节对通过重心铅垂线的惯性矩 ( $\text{m}^4$ )；

$\gamma_w$  ——水体重度 ( $\text{kN}/\text{m}^3$ )。

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

3.1.1 城市地下道路的等级、设计速度应与所属道路一致，同时应符合现行国家标准《城市道路交通工程项目规范》GB 55011、现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37、《城市地下道路工程设计规范》CJJ 22 及现行深圳市标准《道路设计标准》SJG 69 的有关规定。

3.1.2 城市地下道路设计应在满足安全、经济、可靠的原则下，实现环境保护和资源节约；地下道路宜选用高效、低能耗的设备。

3.1.3 城市地下道路的线形设计应综合考虑平面、纵断面、横断面三者间的关系，做到平面顺适、纵面均衡、横面合理。

3.1.4 城市地下道路穿越铁路、城市轨道交通、饮蓄水工程、供水工程、市政排水设施、重要管线等地下障碍物或江河湖海时，结构净距应符合相应的安全保护距离和规定，条件受限时应进行专项安全论证。

3.1.5 工程总平面、配套用房、安全运营管理的设置应满足地下道路正常运营、管理维护和防护救援的需要。

3.1.6 城市地下道路选址应符合现行深圳市标准《水工程(引、蓄水)管护范围内涉水建设项目技术规范》DB 4403/T 186 的有关规定，并宜避开水库管理范围。

#### 3.2 地下道路分类

3.2.1 城市地下道路按服务对象可分为机动车专用地下道路和机动车与人行、非机动车共用地下道路。

3.2.2 城市地下道路根据服务车型可分为混行车地下道路和小客车专用地下道路。

3.2.3 城市地下道路可按主线封闭段长度分为4类，并应符合表3.2.3的规定：

表3.2.3 城市地下道路长度分类

分类	特长距离地下道路	长距离地下道路	中等距离地下道路	短距离地下道路
长度 L (m)	$L > 3000$	$3000 \geq L > 1000$	$1000 \geq L > 500$	$L \leq 500$

注：L 为主线封闭段长度 (m)。

3.2.4 城市地下道路可根据主线封闭段长度及交通情况，按防火设计要求分为4类，并应符合表3.2.4的规定。

表3.2.4 城市地下道路防火设计分类

用途	一类	二类	三类	四类
	地下道路封闭段长度 L(m)			
可通行危险化学品等机动车	$L > 1500$	$500 < L \leq 1500$	$L \leq 500$	—
仅限通行非危险化学品等机动车	$L > 3000$	$1500 < L \leq 3000$	$500 < L \leq 1500$	$L \leq 500$

注：L 为主线封闭段长度 (m)。

### 3.3 设计原则

- 3.3.1** 城市地下道路应进行总体设计，总体设计贯穿于设计的各个阶段，应系统、全面地协调地下道路外部与内部各专业间的关系，确定地下道路的技术标准、建设规模、主要技术指标和设计方案，并应符合安全、环保、可持续发展的原则。
- 3.3.2** 城市地下道路设计应符合城市国土空间规划，与城市路网规划、区域路网规划、区域地下空间规划合理衔接，处理好与城市空间环境、地面道路、轨道交通设施、综合管廊、市政管线等设施关系，合理、集约利用地下空间，并根据规划为后续实施项目预留必要的实施条件。
- 3.3.3** 城市地下道路设计应注重环境保护和资源节约，对通风和照明等能耗较大的设备宜采取全面的节能设计。
- 3.3.4** 城市地下道路主体结构应分别对施工阶段和使用阶段按承载能力极限状态及正常使用极限状态进行设计。
- 3.3.5** 城市地下道路应做好出入口位置、间距和形式的综合设计及出入口交通组织，协调与地面交通的衔接，保证地下道路主线车流稳定、分合流处行车安全，进出交通有序，与周边路网衔接顺畅。
- 3.3.6** 多点进出的城市地下道路出入口布置，在交通组织上应符合以下原则：
- 1 与沿线地区路网规划布局相适应，衔接骨干路网；
  - 2 服务重点区域的到发交通；
  - 3 充分考虑衔接的地面道路疏散能力；
  - 4 城市地下道路的出入口位置应保持统一。
- 3.3.7** 城市地下道路土建设计应加强与通风、供配电、照明、给排水、消防、监控、防灾等附属设施设计之间的协调。
- 3.3.8** 城市地下道路交通设施设计应加强安全行车引导，应简洁、可视性好、易识别。
- 3.3.9** 城市地下道路车行道路面结构应满足耐久性和稳定性的要求，采用沥青混凝土路面应有阻燃性好、噪声低的性能。
- 3.3.10** 城市地下道路应进行专项景观设计，地下道路洞口、洞内装饰以及风亭风塔等景观艺术设计应与周围城市环境相协调。
- 3.3.11** 城市地下道路排水应结合地面排水系统进行综合设计。
- 3.3.12** 城市地下道路出入口位置纵坡应设置向外的排水反坡形成排水驼峰，排水驼峰高度应根据排水重现期、地形、道路功能等级等综合确定；当条件受限无法设置反坡时，应增设横向截水沟，提高地下道路外的雨水汇集点的排水能力，避免外部路面雨水向地下道路汇集。
- 3.3.13** 城市地下道路设计应根据工程地质与水文地质条件、结构埋深、交通状况和周边环境，从安全、技术、经济、工期、环境影响等方面进行综合比较，选择合理的结构形式和施工方法。
- 3.3.14** 工程总平面布置、配套用房、安全运营管理设施的设置应满足地下道路正常运营、管理维护和防灾救援的需要。
- 3.3.15** 城市地下道路工程信息模型的设计应符合国家、广东省及深圳市相关标准的有关规定。
- 3.3.16** 城市地下道路设计应设置手机信号及电台信号增强设备。
- 3.3.17** 城市地下道路设计应根据规划、分期实施预留必要的建设条件。
- 3.3.18** 城市地下道路应当按照有关工程建设标准进行抗灾设防，城市地下道路应具备针对火灾、水灾、地震等灾害的预防措施。防灾设计应以防火灾为主，同一条地下道路应按同一时间内发生一次火灾考虑。

### 3.4 设计速度

3.4.1 城市地下道路设计速度取值应符合表 3.4.1 的规定,并宜与两端衔接的地面道路采用相同的设计速度,条件困难时,可降低一个等级。

表3.4.1 各级城市地下道路的设计速度

道路等级	快速路			主干路			次干路			支路		
设计速度 (km/h)	100	80	60	60	50	40	50	40	30	40	30	20

注:除短距离地下道路外,设计速度不应大于 80km/h。

3.4.2 城市地下道路匝道的的设计速度宜为主线的 0.4 倍~0.7 倍。

3.4.3 城市地下道路的线形标准应根据实际运行速度的要求,与相邻路段运行速度协调。

3.4.4 非机动车专用路的设计速度宜采用 10 km/h ~20km/h。

3.4.5 地下车库联络道的设计速度应为 20km/h。

### 3.5 设计工作年限

3.5.1 城市地下道路主体结构设计工作年限应为 100 年。

3.5.2 城市地下道路的沥青路面结构设计工作年限不应小于 15 年,水泥混凝土路面结构设计工作年限不应小于 30 年。

## 4 通行能力和服务水平

### 4.1 一般规定

4.1.1 城市地下快速路的基本路段、分合流区及交织区段应分别进行通行能力和服务水平分析，使全线服务水平均衡一致。

4.1.2 机动车道交通量换算应采用小客车为标准车型，各种车辆的换算系数应符合表 4.1.2 的规定。

表4.1.2 车辆换算系数

车辆类型	小客车	大型客车	大型货车	铰链车
换算系数	1.0	2.0	2.5	3.0

注：1 三轮电动车、小型货车（载质量 $\leq 2t$ ）换算系数为 1.0；

2 中型货车（ $2t <$  载质量 $\leq 7t$ ）换算系数为 1.5。

### 4.2 地下快速路

4.2.1 地下快速路基本路段一条车道的的基本通行能力和设计通行能力应符合表 4.2.1 的规定。

表4.2.1 地下快速路基本路段一条车道的通行能力

设计速度(km/h)	100	80	60
基本通行能力(pcu/h)	2200	2100	1800
设计通行能力(pcu/h)	2000	1750	1400

4.2.2 地下快速路基本路段服务水平分级应符合表 4.2.2 规定，新建道路应按三级服务水平设计。

表4.2.2 地下快速路基本路段服务水平分级

设计速度 (km/h)	服务水平等级	密度 [pcu/(km·ln)]	平均速度 (km/h)	负荷度 V/C	最大服务交通量 [pcu/(h·ln)]	
100	一级（自由流）	$\leq 10$	$\geq 88$	0.40	880	
	二级（稳定流上段）	$\leq 20$	$\geq 76$	0.69	1520	
	三级（稳定流）	$\leq 32$	$\geq 62$	0.91	2000	
	四级	（饱和流）	$\leq 42$	$\geq 53$	$\approx 1.00$	2200
		（强制流）	$> 42$	$< 53$	$> 1.00$	-
80	一级（自由流）	$\leq 10$	$\geq 72$	0.34	720	
	二级（稳定流上段）	$\leq 20$	$\geq 64$	0.61	1280	
	三级（稳定流）	$\leq 32$	$\geq 55$	0.83	1750	
	四级	（饱和流）	$\leq 50$	$\geq 40$	$\approx 1.00$	2100
		（强制流）	$> 50$	$< 40$	$> 1.00$	-

续表4.2.2

设计速度 (km/h)	服务水平等级	密度 [pcu/(km·ln)]	平均速度 (km/h)	负荷度 V/C	最大服务交通量 [pcu/(h·ln)]	
60	一级（自由流）	≤10	≥55	0.30	590	
	二级（稳定流上段）	≤20	≥50	0.55	990	
	三级（稳定流）	≤32	≥44	0.77	1400	
	四级	（饱和流）	≤57	≥30	≈1.00	1800
		（强制流）	>57	<30	>1.00	-

注：1 V 是指小时交通流率，C 是指基本通行能力；

2 V/C 为流率比，反映道路的饱和程度；

3 ln 为车道。

4.2.3 地下快速路设计时采用的最大服务交通量应符合下列规定：

- 1 双向四车道地下快速路折合成当量小客车的年平均日交通量应为 40000pcu~80000pcu；
- 2 双向六车道地下快速路折合成当量小客车的年平均日交通量应为 60000pcu~120000pcu；
- 3 双向八车道地下快速路折合成当量小客车的年平均日交通量应为 100000pcu~160000pcu。

### 4.3 地下其他等级道路

4.3.1 地下其他等级地下道路根据交通流特性和交通管理方式，应分别采用相应的通行能力和服务水平。

4.3.2 地下其他等级道路路段一条车道的基本通行能力和设计通行能力（对应三级服务水平）应符合表 4.3.2 的规定。

表4.3.2 地下其他等级道路路段一条车道的基本通行能力和设计通行能力

设计速度(km/h)	60	50	40	30	20
基本通行能力(pcu/h)	1800	1700	1650	1600	1400
设计通行能力(pcu/h)	1400	1350	1300	1300	1100

4.3.3 确定车道数规模的设计小时交通量应考虑方向不均匀系数，道路路段饱和度应以设计年限末的单向最大交通量与路段单向设计通行能力的比率不大于 1 为限。

## 5 道路横断面

### 5.1 一般规定

5.1.1 城市地下道路横断面设计在满足建筑限界条件下，应为通风、给排水、消防、供电照明、监控、通讯、内饰装修等配套附属设施和安全疏散设施提供安装空间，通过合理布置充分利用地下空间，同时应预留结构变形、施工误差、路面调坡等余量。

5.1.2 城市地下道路横断面应与相连地面道路保持一致，洞口外 3s 行程且不宜小于 50m 范围内的断面应与地下道路内的断面保持一致。

5.1.3 城市地下道路盾构法横断面选择，应考虑通用性和标准化。

5.1.4 当主线交通采用小客车专用通道下穿时，两侧地面道路或周边路网应保证其他车辆及慢行交通分流要求，并应做好相应的交通引导和管理。

### 5.2 横断面布置

5.2.1 城市地下道路的典型横断面应按城市道路等级、服务功能、交通特性、交通组织方式，结合各种控制条件合理布设，应分别满足人行道、非机动车道、机动车道、分车带、设施带等宽度的要求；应与轨道交通线路、综合管廊、低影响开发设施、环保设施、地上杆线及地下管线布设、慢行系统、公共交通等相协调。

5.2.2 城市地下道路按照道路用地和交通运行特征可选用单层式横断面或双层式横断面。

5.2.3 城市地下道路不宜采用在同一通行孔布置双向交通。当断面布置困难时，对设计速度大于或等于 50km/h 的短距离城市地下道路，可在同一通行孔布置双向交通，但必须采用中央防撞设施进行隔离；对设计速度小于 50km/h 的城市地下道路，当在同一通行孔布置双向交通时，应采用中央安全隔离措施；同时，应满足运营管理安全可靠的要求。

### 5.3 横断面组成及宽度

5.3.1 城市地下道路一条机动车道宽度应符合表 5.3.1 的规定，并符合现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 的有关规定，设计时应采用一般值，条件限制时可采用最小值。

表 5.3.1 城市地下道路一条机动车道最小宽度

机动车道类型		设计速度 (km/h)	
		> 60	≤ 60
常规公交、大型车或混行车道 (m)		3.75	3.50
小客车专用道 (m)	一般值	3.50	3.25
	最小值	3.25	3.00

5.3.2 非机动车道宽度应符合下列规定：

1 非机动车道数宜根据非机动车设计交通量与每条非机动车道设计通行能力计算确定，车道数单向不宜小于 2 条；

2 非机动车道路面宽度应为非机动车道宽度及两侧各 0.25m 路缘带宽度之和；

3 非机动车单向行驶的有效通行宽度不应小于 1.5m，双向行驶的有效通行宽度不应小于

3.0m。

**5.3.3 人行道与非机动车道的分隔应符合下列规定：**

1 独立设置的非机动车道应与人行道设置在不同的高程上，并采用设施带等进行分隔。条件受限时，可采用立缘石进行分隔。设施带宽度应满足设置护栏、照明灯柱、标志牌、信号灯、城市公共服务设施等的要求；

2 非机动车道不满足独立设置条件时，可与人行道布置在同一高程上，采用不同铺装（材质、颜色）进行区分。但人行道宽度应考虑设置护栏、照明灯柱、标志牌、信号灯、城市公共服务设施等的要求。

**5.3.4** 长度大于 1000m 的地下道路，严禁将机动车道与非机动车道或人行道设置在同一孔内；当长度小于或等于 1000m 的地下道路需设置非机动车道或人行道时，非机动车道或人行道与机动车道之间必须设置物理隔离设施。

**5.3.5** 当同孔内设置非机动车或人行道时，应符合下列规定：

1 非机动车道与人行道宜采取隔离措施；

2 地下道路内部空气环境应满足行人安全的要求，符合相关现行国家标准的规定。

**5.3.6** 当城市地下道路检修道兼做人行道或非机动车道时，其宽度应符合现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 对人行道或非机动车道的有关规定。

**5.3.7** 当城市地下道路不设检修道时，侧墙下部必须设置防撞设施，防撞设施的设置应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 的有关规定。

**5.3.8** 城市地下道路连续式紧急停车带宽度应根据设计速度、设计车型、使用功能、经济成本以及工程可实施性等方面综合论证确定。

**5.3.9** 长或特长单向 2 车道城市地下道路宜在行车方向的右侧设置连续式紧急停车带，连续式紧急停车带的最小宽度应符合表 5.3.9 规定。

表5.3.9 连续式紧急停车带最小宽度

车型及车道类型	一般值 (m)	最小值 (m)
常规公交、大型车或混行车道	3.0	2.0
小客车专用道	2.5	1.5

**5.3.10** 当设置连续式紧急停车带困难时，宜设置应急停车港湾（图 5.3.10），并应符合下列规定：

1 位置不宜设置在曲线内侧等行车视距受影响路段；

2 间距宜为 500m；

3 有效宽度不应小于 3m；

4 有效长度不应小于 30m，过渡段长度不应小于 5m。

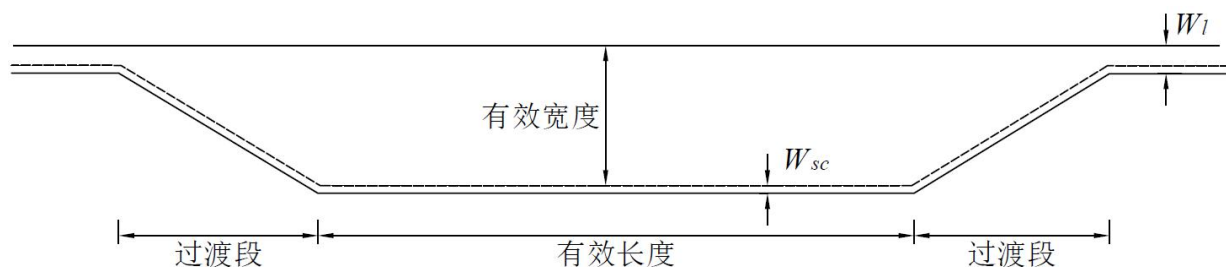
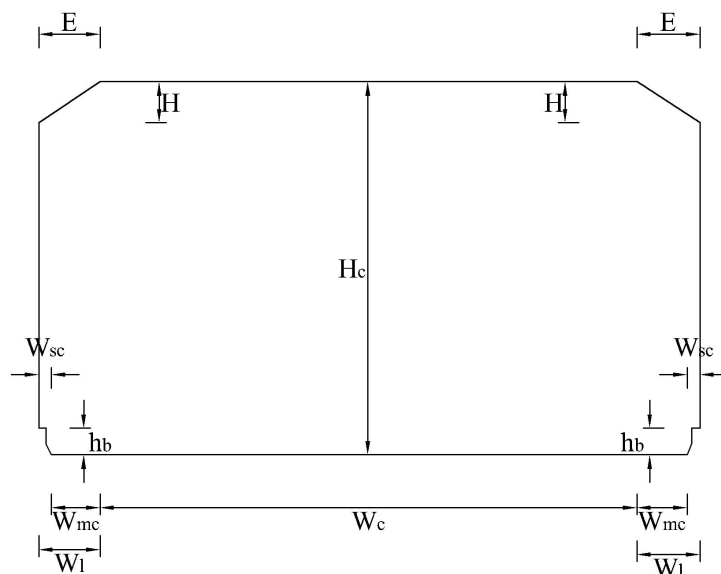


图5.3.10 应急停车港湾

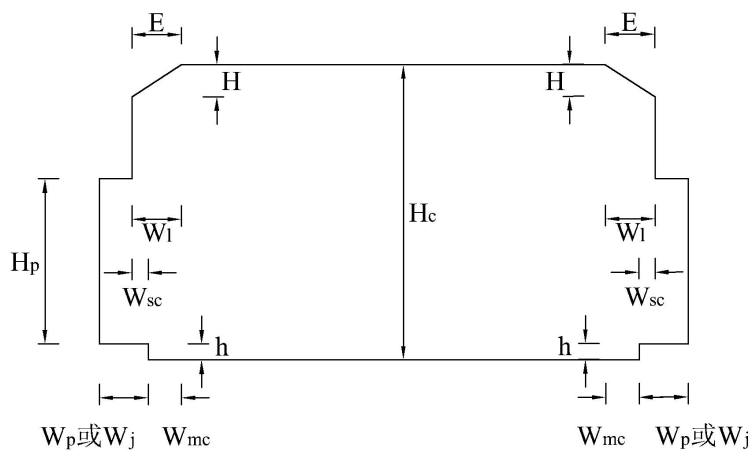
5.3.11 单向单车道的城市地下道路主线或匝道应设置连续式紧急停车带，宽度不应小于本标准表 5.3.9 规定的一般值。

## 5.4 建筑限界

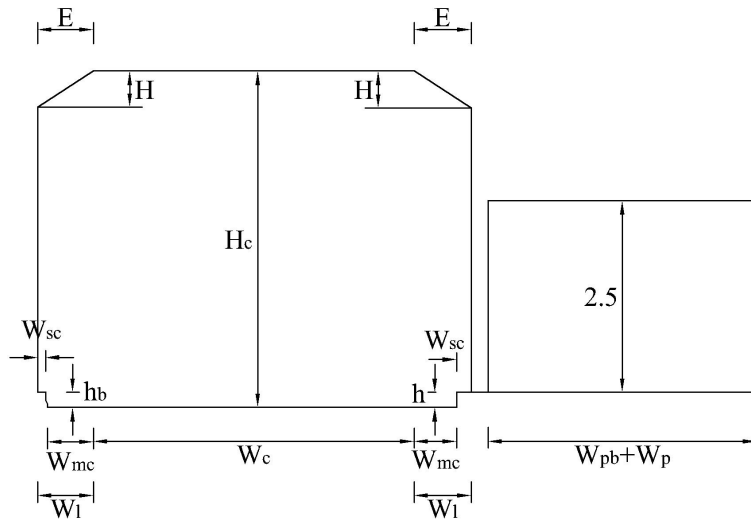
5.4.1 城市地下道路建筑限界应为道路净高线和两侧侧向净宽边线组成的空间界线（图 5.4.1）。建筑限界顶角宽度（E）不应大于机动车道或非机动车道的侧向净宽度。建筑限界组成最小值应符合表 5.4.1 的规定。



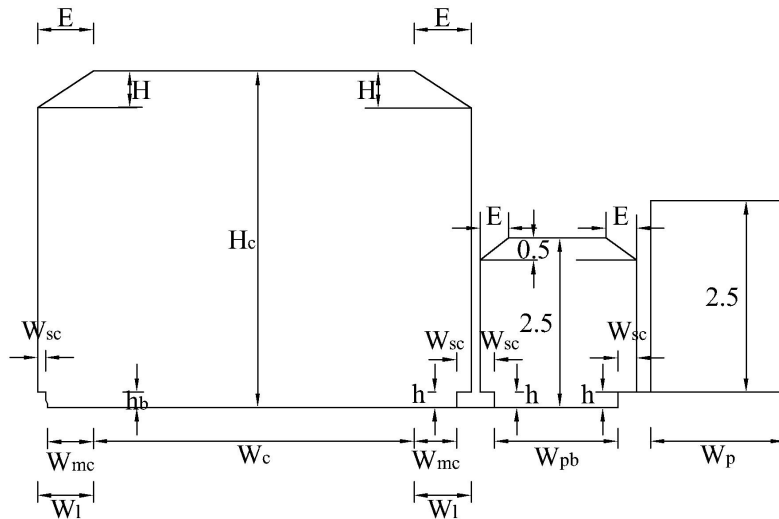
(a) 不含人行道或检修道



(b) 含有人行道或检修道



(c) 含有非机动车道和人行道（情况一）



(d) 含有非机动车道和人行道（情况二）

图5.4.1 城市地下道路建筑限界图

E—建筑限界顶角宽度；H——建筑限界顶角高度； $W_{sc}$ —安全带宽度； $W_{mc}$ —路缘带宽度； $W_j$ —检修道宽度； $W_c$ —行车道宽度； $W_l$ —侧向净宽度； $W_{pb}$ —非机动车道的路面宽度； $W_p$ —人行道宽度；h——缘石外露高度； $h_b$ ——防撞设施高度； $H_c$ ——建筑限界高度

表5.4.1 建筑限界组成最小值

建筑限界组成	路缘带宽度 ( $W_{mc}$ )		安全带宽度 ( $W_{sc}$ )	检修道宽度 ( $W_j$ )	缘石外露高度 (h)	建筑限界顶角高度 (H)	
	设计速度 $\geq 60\text{km/h}$	设计速度 $< 60\text{km/h}$				$H_c < 3.5\text{m}$	$H_c \geq 3.5\text{m}$
取值 (m)	0.50	0.25	0.25	0.75	0.25~0.40	0.20	0.50

注：1 当两侧设置人行道或检修道时，可不设安全带宽度；

2 非机动车道路面宽度 ( $W_{pb}$ )、人行道路面宽度 ( $W_p$ ) 应符合现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 的规定。

5.4.2 城市地下道路最小净高应符合表 5.4.2 的规定，小客车专用道最小净高应采用一般值，条件受限时可采用最小值。

表5.4.2 城市地下道路最小净高

道路种类	行驶交通类型	净高 (m)	
		一般值	3.50
机动车道	小客车	最小值	3.20
		各种机动车	
非机动车道	非机动车	2.50	
人行或检修道	人	2.50	

注：1 线路属于国省道网的高速公路和一、二级公路市政化改造项目的道路最小净高应采用 5.0m；

2 小客车专用道最小净高一般值应为 3.5m，条件受限时可采用 3.2m；

3 快速路或主干路的辅路应采用同主路一致的净高；

4 通行特种车辆的道路，最小净高应满足车辆通行的要求；

5 道路设计中应做好与公路以及不同净高要求的道路间的衔接过渡，同时应设置必要的指示、诱导标志及防撞等设施，保证车辆行驶安全。

5.4.3 城市地下道路内任何设施设置均不应侵入建筑限界。

5.4.4 不同净高的地下道路之间衔接应做好过渡，同时应设置必要的指示、引导标志及防撞设施。

## 6 平面和纵断面设计

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 城市地下道路平面线形布置应符合城市国土空间规划及路网规划要求，综合地面道路、地形地物、地质条件、地下设施、障碍物及施工方法等确定。
- 6.1.2 城市地下道路纵断面线形布置应根据路网规划控制高程、道路净高、地质条件、地下设施、道路排水、覆土厚度等要求，综合交通安全、施工工艺、经济性、节能环保等因素合理确定。
- 6.1.3 城市地下道路平纵横线形组合设计应满足行车视距的要求，并应保持视线的连续性。
- 6.1.4 城市地下道路宜避免穿越工程地质、水文地质特别复杂和严重不良的地质段以及现状建筑物。当必须通过时，应有切实可靠的工程措施。
- 6.1.5 人行道及非机动车道设置除符合国家及行业标准外，尚应符合现行深圳市地方标准《道路设计标准》SJG 69的有关要求。

### 6.2 平面和纵断面设计

- 6.2.1 城市地下道路的直线、平曲线、缓和曲线、超高、加宽等平面设计应符合现行行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193的有关规定。
- 6.2.2 地下道路当采用盾构、顶管、沉管等工法时，其平纵指标应考虑施工工艺的要求，纵坡宜平缓，机动车道最大纵坡度尚应符合现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221的有关规定。
- 6.2.3 城市地下道路匝道最大纵坡应符合现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152的有关规定。
- 6.2.4 城市地下道路最小纵坡不宜小于 0.3%；当条件受限纵坡小于 0.3%时，应采取排水措施。
- 6.2.5 城市地下道路坡长设置应符合现行行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193的有关规定。
- 6.2.6 城市地下道路洞口内外各 3s 设计速度行程长度范围内的平纵线形应一致。当条件困难时，应采取安全措施。

### 6.3 停车视距

- 6.3.1 城市地下道路停车视距应符合现行国家标准《城市道路交通工程项目规范》GB 55011的有关规定。
- 6.3.2 进出城市地下道路洞口处的停车视距宜采用主线路段的 1.5 倍。当条件受限时，应对洞口光过渡段进行处理。

## 7 道路出入口

### 7.1 一般规定

7.1.1 城市地下道路的出入口位置、间距及形式，应满足主线车流稳定、分合流处行车安全的需求，还应根据地质条件及周边环境等综合确定。

7.1.2 城市地下道路出入口应设置在主线的行车道右侧，当条件受限时，入口可设置在主线的左侧，并应设置辅助车道。

### 7.2 出入口间距

7.2.1 城市地下道路的出入口间距应能保证主路交通不受分合流交通的干扰，并应为分合流交通加减速及转换车道提供安全可靠条件。

7.2.2 城市地下道路路段上相邻两出入口端部之间的最小间距应符合表 7.2.2 规定。

表 7.2.2 城市地下道路出入口端部最小间距 (m)

设计速度 (km/h)	出-出	出-入	入-入	入-出
80	610	210	610	1020
60	460	160	460	760
50	390	130	390	640
40	310	110	310	510

7.2.3 地下道路入口匝道与出口匝道之间路段宜设置辅助车道，当出入口端部间距不符合本标准表 7.2.2 要求时，应设置辅助车道，并应保证辅助车道长度满足交织要求。

7.2.4 地下车库联络道应在有地块接入侧设置辅助车道，地块车库联系的出入口在接入侧布有辅助车道后，接入间距不应小于 30m (图 7.2.4)。

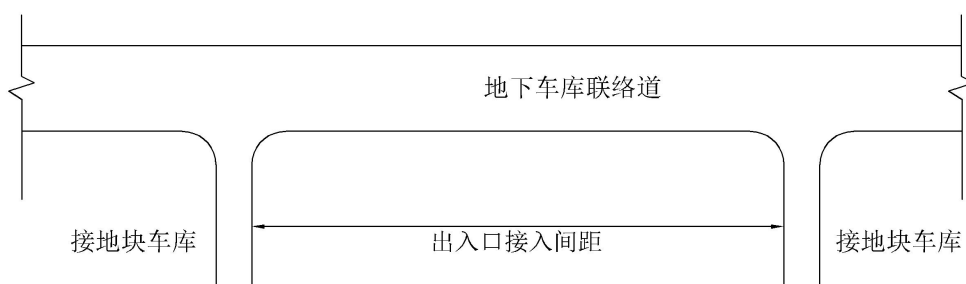


图 7.2.4 地下车库联络道出入口接入间距

7.2.5 地下车库联络道与地块车库联系的出入口不应设置在进出地下车库联络道的匝道上，与匝道坡道起止线距离不宜小于 50m。

### 7.3 分合流设计

7.3.1 城市地下道路出入口的分合流端不应设置在平纵组合不良路段，分合流端附近主线的平曲线、竖曲线应采用较大半径，且宜设置在平缓路段。

7.3.2 城市地下道路主线分流鼻前的识别视距不宜小于 2 倍的主线停车视距,条件受限时不应小于 1.5 倍的主线停车视距。

7.3.3 城市地下道路主线汇流鼻前的识别视距不应小于 1.5 倍的主线停车视距。

7.3.4 匝道接入主线入口处从汇流鼻端开始应设置与主线直行车道的隔离段,隔离段长度不应小于主线的停车视距值,隔离设施不应遮挡视线(图 7.3.4)。

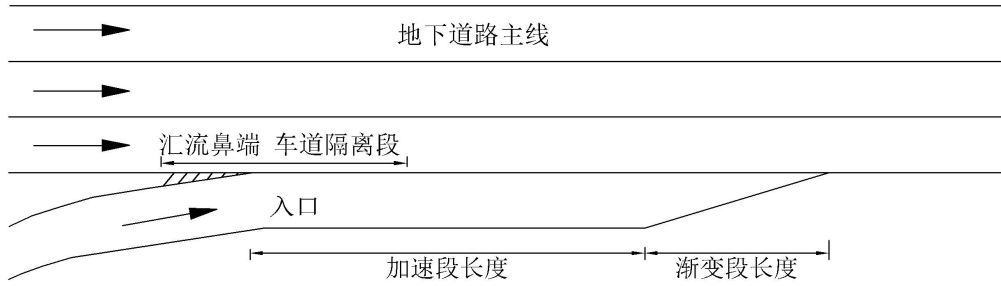


图 7.3.4 车道隔离段长度

7.3.5 城市地下道路设计不应在驾驶人进入地下道路后的视觉变化适应范围内设置合流点,合流段的汇流鼻端与洞口的距离不应小于表 7.3.5 的规定(图 7.3.5)。

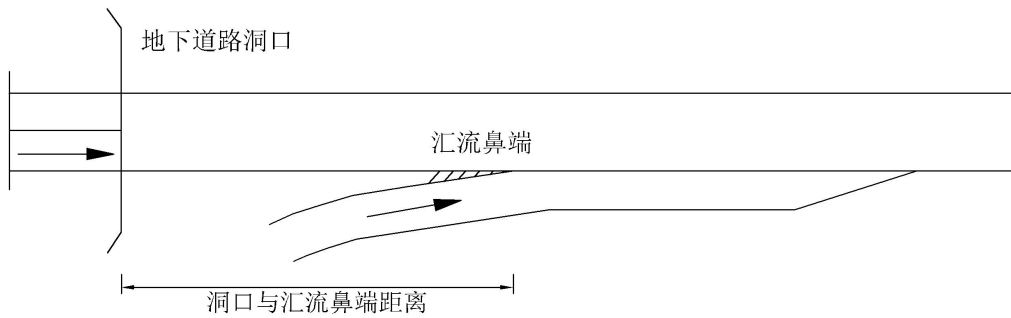


图 7.3.5 地下道路洞口与汇流鼻端距离

表 7.3.5 城市地下道路汇流鼻端与洞口的最小距离

设计速度 (km/h)	最小间距 (m)
80	165
60	85
50	60
≤40	35

## 7.4 变速车道设计

7.4.1 城市地下道路单车道加减速车道长度不应小于现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 的有关规定。

7.4.2 双车道的变速车道长度宜为单车道变速车道规定长度的 1.2 倍~1.5 倍。

7.4.3 下坡路段减速车道和上坡路段加速车道的长度应按现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152 规定的修正系数进行修正。

7.4.4 平行式变速车道渐变段的长度应符合现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152

的有关规定。

## 7.5 地下道路与地面道路衔接

**7.5.1** 城市地下道路出口接地点处与下游地面道路平面交叉口的距离应符合下列规定：

1 与信号控制平面交叉口停车线的距离应按照车辆排队长度确定，不宜小于 1.5 倍停车视距，条件受限时不得小于 1 倍停车视距；

2 与无信号控制平面交叉口的停车线距离应按照车辆排队长度确定，不宜小于 2 倍停车视距；当视线条件较好，交通标志明显的条件下，可降低至 1.5 倍停车视距。

**7.5.2** 城市地下道路出洞口与邻接地面道路出口匝道减速车道渐变段起点的距离应满足设置出口预告标志的需要。当条件限制时，不应小于 1.5 倍主线停车视距，并应在地下道路内提前设置预告标志（图 7.5.2）。

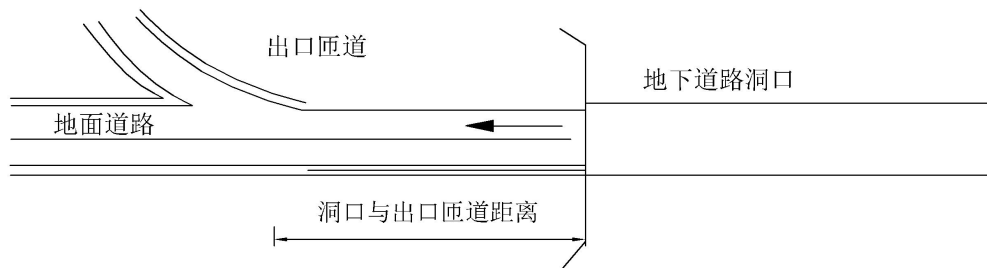


图7.5.2 地下道路出口与地面道路匝道距离

**7.5.3** 当城市地下道路接地后与平面交叉口衔接时，出入口与接地点的布置应符合下列要求：

1 出入口引道布置可根据条件集中布置在地面道路中央或两侧，离路口展宽段距离较近应按转向拓宽分车道渠化；

2 接地点至地面交叉口停车线距离除应满足视距要求外，还应满足交叉口通行效率和交通组织的需求，并应根据红灯期间车辆排队长度以及匝道与地面道路转换车道所需的交织长度综合确定。

## 8 地下道路与城市设施协同设计

### 8.1 地下道路立体交叉协同设计

**8.1.1** 城市地下道路的交叉设计应符合下列规定：

1 地下道路与其他道路相交应采用立体交叉。当道路交叉具有交通转换需求时，应通过设置匝道实现交叉道路之间的交通转换；

2 立体交叉形式应根据路网规划、相交道路等级及有关技术、经济和环境效益综合确定；

3 立体交叉分期建设时，地下道路应为远期立交建设预留条件。

**8.1.2** 相邻互通式立体交叉的最小间距应满足上游立交加速车道渐变段终点至下游立交减速车道渐变段起点之间的距离不应小于 500m，且应满足设置交通标志的距离要求；市区范围立交最小间距不宜小于 1.5km。

**8.1.3** 地下立交范围内主路应采用相应道路等级的设计速度，匝道及集散车道设计速度宜为主路的 0.4 倍~0.7 倍，辅路设计速度宜为主路的 0.4 倍~0.6 倍。

**8.1.4** 地下立交匝道出入口处应设置变速车道。

**8.1.5** 地下立交范围内出入口间距应保证主路交通不受分合流交通的干扰，并应为分合流交通加减速及转换车道提供安全可靠的条件。当出入口间距不足时，应设置集散车道。

**8.1.6** 地下立交匝道分、合流处应保持车道数的平衡，相邻两段同一方向上的基本车道数每次增减不应多于一条；当不平衡时，应增设辅助车道。

**8.1.7** 地下立交分离式地下道路间的净距，宜按两洞结构彼此不产生有害影响的原则，并结合地下道路接线、围岩地质条件、断面形状和尺寸、结构设计、施工方法、工期要求等因素综合确定。两洞水平净距宜取 0.8 倍~2.0 倍开挖宽度，围岩条件总体较好时取较小值，围岩条件总体较差时取较大值；两洞跨度不同时，以较大跨度控制。竖向净距宜取 1.0 倍开挖宽度，并不宜小于 5.0m。

**8.1.8** 地下立交分岔段的长度，分岔段内结构变化位置应根据围岩地质条件、地下道路洞间距和施工方法等综合确定，不宜大于 600m。采用矿山法设计的分岔地下道路中的连拱衬砌段、小净距衬砌段起始 10m~15m 范围内，结构应适当加强，宜按降低一级围岩级别进行主体结构设计。

**8.1.9** 应妥善处理地表水和地下水，使城市地下道路内外形成完整、通畅、便于实时检查和维修的防排水系统。

### 8.2 地下道路与公路、铁路、城市轨道交通等立体交叉协同设计

**8.2.1** 地下道路与公路、铁路、城市轨道交通等的协同设计应以不影响结构安全和使用功能为原则，并综合考虑地下道路与公路、铁路及城市轨道交通设施的建设时序、空间关系及工程建设条件等因素，优先考虑合建方案。

**8.2.2** 地下道路与公路、铁路及城市轨道交通工程交叉时，地下道路应考虑采取适当措施保障其结构变形协调。

**8.2.3** 城市地下道路邻近既有公路、铁路及城市轨道交通结构时，应根据城市地下道路的施工工法和邻近的交通设施的结构形式、接近程度，综合考虑工程地质、水文地质和周边环境条件，确定适当的保护措施。

**8.2.4** 地下道路与公路、市政道路、铁路、城市轨道交通宜采用大角度交叉，交角宜大于 60°，

特殊困难时，应大于  $45^{\circ}$ 。交叉段地下道路平面线形宜为直线，纵坡不小于 0.3%，宜采用单向坡。

**8.2.5** 地下道路与公路、市政道路、铁路、城市轨道交通交叉时，地下道路主体结构外边缘与以上结构的净距应根据地质条件、施工工法、结构现状及变形影响等因素综合确定，应保证公路、市政道路、铁路及城市轨道交通的结构和运营安全，同时应满足地下管线敷设空间要求。

**8.2.6** 地下道路邻近城市桥梁、地下道路时，应符合下列要求：

1 在城市桥梁隧道周边进行城市地下道路施工时，应制定安全可靠的设计、施工方案和城市桥梁隧道保护方案，不应影响城市桥梁隧道的正常使用、承载能力、耐久性和其他功能；

2 城市地下道路的围护桩（墙）、工程桩、钻探孔、锚杆（索）、土钉等与城市桥梁隧道的净距应符合现行广东省标准《城市桥梁隧道结构安全保护技术规范》DBJ/T 15-213 的有关要求；

3 城市地下道路在城市桥梁隧道安全保护区域内进行桩基作业时，对于挤土桩和部分挤土桩施工，应采取有效措施减小挤土效应对城市桥梁隧道的影响；

4 在既有城市桥梁隧道安全保护区域内进行城市地下道路桩基作业时，应根据桩基作业对桥梁和隧道的影响程度选择桩基施工设备，采用冲击、振动小的作业方案。不宜采用冲孔等对周围影响较大的施工方案，当采用钻孔和人工挖孔等作业方案时，应采取有效措施控制地层变形，确保孔壁稳定，减小对城市桥梁隧道的影响；

5 在城市桥梁隧道安全保护区域内进行高压旋喷桩施工时，应采取有效措施减小注浆压力对城市桥梁隧道的影响，控制注浆压力不得大于 20kPa；

6 在城市桥梁隧道安全保护区域内进行基坑（槽）作业时，基坑开挖应遵循“分层、分段、对称、均衡、适时”的原则，并应减少基坑开挖面上围护结构的无支撑暴露时间及变形；基坑开挖至设计高程，应及时浇筑底板结构；

7 城市地下道路采用暗挖法近接穿越城市桥梁隧道时，应根据工程地质、周边环境情况，采取可靠措施，确保城市桥梁隧道安全；

8 城市桥梁隧道安全保护区域内进行地基处理作业时，应选择对城市桥梁隧道结构安全影响小的处理方式，在安全保护区域内不得采用强夯及振动较大的处理方式；

9 城市桥梁隧道安全保护区域内从事堆载预压处理前，应评估对桥梁、隧道结构的影响；

10 在城市桥梁隧道安全保护区域内实施爆破（振动）作业时，应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

**8.2.7** 地下道路工程的规划应符合铁路部门相关要求，充分考虑其对铁路的影响。

**8.2.8** 地下道路工程穿越铁路时，应对地下道路的结构形式、施工工法和安全防护措施进行多方案比选确定，并应符合下列规定：

1 城市地下道路的工作井、联络通道及泵房不应设置在铁路安全保护区内。当设置于铁路影响区内时，应采取可靠的措施确保铁路安全；

2 地下道路的敞口段和暗埋段结构底板低于铁路桥梁承台底面时，地下道路主体结构应与铁路桥梁承台边净距不宜小于 3m；当地下道路不需要支护结构且结构底板高于铁路桥梁承台顶面时，地下道路主体结构侧墙投影线不应进入铁路桥梁承台范围；

3 地下道路主体结构应与铁路桥梁基桩的最小水平净距，当位于良好地层时，不宜小于 1 倍地下道路开挖深度，不符合要求时，宜采取隔离桩等防护措施；隔离桩宜采用钻孔桩，与铁路桥梁基桩的距离当土层良好时，不宜小于 4 倍下穿桩径，当为软粘土及饱和粉、细砂土层等不良土层时，不宜小于 6 倍桩径，与隧道结构间的净距不应小于 0.5m；

4 地下道路下穿铁路影响范围内需要进行降水作业时，应设置止水帷幕，禁止在坑外抽降地下水；

5 地下道路采用暗挖隧道方式下穿铁路时，应对位于松散堆积层、含水砂层及软弱土等不良地层段的隧道设置隔离桩等防护措施，隔离桩顶宜设置冠梁，必要时对隔离桩内的土体进行加固处理。

8.2.9 城市地下道路邻近城市轨道交通结构时，应根据城市轨道交通管理单位的要求制定城市轨道交通设施保护方案，并应符合下列规定：

1 城市地下道路的围护桩（墙）、工程桩、钻探孔、锚杆（索）、土钉等与城市桥梁隧道的净距应符合现行广东省标准《城市轨道交通既有结构保护技术规范》DBJ/T 15-120 的要求；

2 城市地下道路上穿城市轨道交通结构时，应保证城市地下道路和城市轨道交通结构施工和使用期间的抗浮安全；

3 城市地下道路邻近城市轨道交通结构时，应采用整体刚度较大的支护结构体系，确保拆、换撑施工安全和肥槽的回填质量；

4 城市地下道路采用爆破作业时，应充分考虑对城市轨道交通结构安全的影响，采用控制爆破或静力爆破工艺，保证对城市轨道交通结构的振动速度影响不大于 2.0cm/s；

5 城市地下道路进行地下水作业时，应采取避免结构周边地层发生流砂、管涌等渗漏破坏，并对城市轨道交通结构周边地层的水位变化进行监测；

6 城市地下道路邻近城市轨道交通结构时，基坑应实行信息化施工；基坑开挖至基底后，应及时浇筑地下室底板结构，避免基坑长时间暴露；

7 城市地下道路邻近城市轨道交通段应根据其施工工法，结合城市轨道交通结构形式、运营安全要求及既有结构的现状情况等制定结构安全控制值。

### 8.3 地下道路与城市管网、管廊等立体交叉协同设计

8.3.1 地下道路和石油、天然气输送管道交叉时应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423 的有关规定，新建道路与已建石油、天然气管线交叉时，应设置保护管道的涵洞，涵洞尺寸应满足管道运营维护要求。

8.3.2 地下道路和城市给水、排水管道相交时，应符合现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289、《室外给水设计标准》GB 50013 及《室外排水设计标准》GB 50014 的有关规定。

8.3.3 地下道路和综合管廊宜优先考虑合建，但不宜与含天然气管道的舱室合建，并应与天然气管线保证足够的安全距离。地下道路有条件时可预留市政管线敷设条件。

8.3.4 地下道路和管廊交叉时，交叉位置结构宜同步设计、同步施工；与既有管廊交叉时，应符合现行国家标准《城市地下综合管廊运行维护及安全技术标准》GB 51354 的有关要求。

8.3.5 地下道路与电缆通道交叉时，应符合现行行业标准《电力电缆线路运行规程》DL/T 1253 有关规定。地下道路等与电缆隧道之间的安全距离应大于 3m，且应预留足够的施工裕度。

8.3.6 城市地下道路邻近重要管线时，应根据管线与城市地下道路的位置关系，采取迁改或保护措施。

### 8.4 地下道路与穿越河流水系、航道等立体交叉设计

8.4.1 地下道路下穿河道时，工程外轮廓线与规划河床或河道护底、护脚、水工程设施的垂直距离不应小于 6m，并应满足规划、冲刷和抗浮要求。

8.4.2 地下道路穿越或邻近河道，应采取保护措施保证水利设施的安全和正常使用，并应为后续水利设施实施预留条件。

- 8.4.3 地下道路采用盾构、顶管等非开挖方式下穿河道时，应及时进行结构壁后注浆，并应对堤防、护岸设置监测设施。
- 8.4.4 城市地下道路下穿河道，应避免造成不利的河床变化和碍航水流，必要时通过模拟试验研究，确定改善措施。
- 8.4.5 城市地下道路下穿河道，应与河道或堤防正交，斜交时，两者交角不应小于  $60^\circ$ 。
- 8.4.6 采用盾构法、矿山法、顶管法等非开挖方式的地下道路项目，其结构与土体的接触面应进行充填灌浆，确保堤防、护岸和河床的土体稳定，并设置必要的安全监测设施。

### 8.5 地下道路与地下车库、交通综合体的衔接设计

- 8.5.1 地下道路应考虑与周边建筑地下空间的实施界面和衔接条件，结合周边建设条件和建筑退界考虑安全间距，统筹协调建设时序，确保工程的可行性与经济性。
- 8.5.2 地下道路与地下车库衔接时，宜采用车库联络道的形式，衔接时应设置辅助车道，且同侧出入口间距不应小于 30m。
- 8.5.3 地下车库出入口设置应充分考虑接入的地下道路等级，优先选择设置在较低等级的道路上。地下车库出入口不应直接接入快速路；地下车库出入口不宜直接接入主干路，必须设置时，应设置匝道及变速车道与主要道路进行衔接。
- 8.5.4 机动车道出入口接入道长度不宜小于 12.0m，道闸与地下道路车道边距离不宜小于 6.0m，地下车库出入口坡道起坡点与地下道路车道边距离不宜小于 7.5m（图 8.5.4）。交通流量较大的入口应满足车辆排队要求，必要时应增设排队车道或设置单独的排队车场（道）。

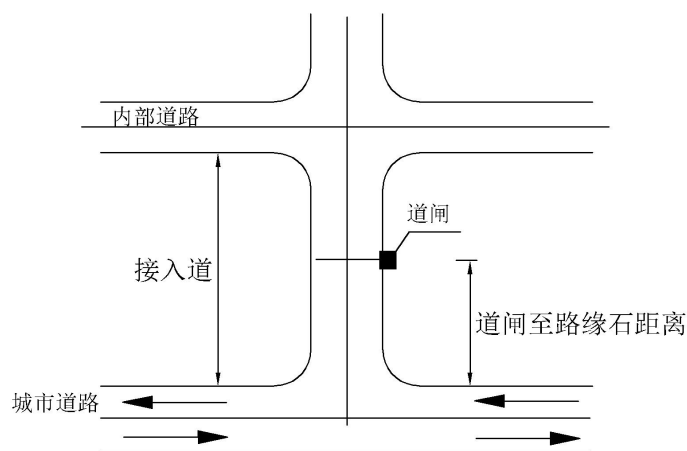


图8.5.4 道闸设置平面图示意图

- 8.5.5 地下车库机动车出入口接入地下道路宜采用右进右出交通组织方式。单向行驶道路确需在左侧设置出入口时，宜将进出口分离设置，且宜采用先进后出的交通组织方式。
- 8.5.6 在地下道路上设置的机动车双向行驶出入口车道宽度不应小于 7m。单向行驶出入口车道宽度不应小于 4m。
- 8.5.7 地下车库在城市地下道路上设置的机动车出入口数量应根据地下道路等级和车库规模等因素综合确定，应统筹考虑地上、地下出入口的布置。
- 8.5.8 双向出入通道与城市地下道路相交的角度宜为  $75^\circ \sim 90^\circ$ ，进出分离的单向出入口通道应避免车辆行驶路线出现小于  $90^\circ$  的折角（图 8.5.8）。



图8.5.8 出入通道与地下道路交角示意图

**8.5.9** 直接接入地下道路的机动车出入口路缘石的转弯半径（内径）宜大于 6.0m，有大型车辆的出入口最小转弯半径不宜小于 9m~12m。

**8.5.10** 地下车库出入口与地下道路直接衔接的接入路段，宜在靠近地下道路一侧设置缓坡段。缓坡段起点从地下道路车道边线起算，长度不宜小于 12m，坡度不宜大于 3%，条件受限时，不应大于 5%。

**8.5.11** 地下停车场与地下道路接口处宜设置有效防火隔断。地下停车场与地下道路防灾系统与通风系统宜各自独立，不宜共用。

**8.5.12** 城市地下道路应与交通综合体外围循环路进行衔接。衔接位置与上下游出入口间距应满足相应识别视距要求，并做好交通引导。

## 9 地下道路主体结构

### 9.1 一般规定

- 9.1.1** 城市地下道路主体结构上作用的荷载分类及组合应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定。
- 9.1.2** 城市地下道路主体结构应根据施工工艺、结构类型、使用要求和所处环境等因素，结合可靠性、耐久性和经济性等要求，合理选择结构材料和截面尺寸。
- 9.1.3** 城市地下道路主体结构应按承载能力极限状态进行结构构件的承载力计算和整体稳定性（倾覆、滑移、漂浮）验算，并应进行抗震承载力验算。对有人防设计要求的地下道路主体结构应进行人防承载力验算。
- 9.1.4** 地下道路主体结构应按正常使用极限状态进行结构构件的变形验算、裂缝宽度验算等，并应进行抗震承载力验算。
- 9.1.5** 城市地下道路主体结构在荷载、结构形式和工程地质等条件发生显著改变的部位设置变形缝时，应采取工程技术措施控制变形缝两侧的差异沉降，确保不影响结构正常使用。
- 9.1.6** 城市地下道路主体结构应采用防水混凝土，并应根据防水等级的要求采取其他防水措施。
- 9.1.7** 城市地下道路主体结构的结构体系应根据地下结构的抗震设防类别、抗震设防烈度、结构尺寸、场地条件、地基、结构材料和施工因素等综合比较确定。

### 9.2 施工工法

- 9.2.1** 应根据工程规模和建设条件，考虑施工安全性、技术可行性、经济合理性、环境适应性等因素，综合确定地下道路暗埋段的施工工法。
- 9.2.2** 采用明挖法施工时应遵循以下原则：
- 1 应充分论证明挖法对城市环境、交通组织、管线改迁、周边建（构）筑物等的影响；
  - 2 应充分考虑与临近城市设施的协同设计，合理安排施工组织。
- 9.2.3** 采用盾构法施工时应遵循以下原则：
- 1 不宜穿越软硬不均、含坚硬大孤石、卵砾石、高黏性土及不明地下障碍物等地层，确需穿越时，应采取针对性工程措施；
  - 2 宜避免穿越河（海）床冲淤严重、极不对称及不稳定的区段。
- 9.2.4** 采用矿山法施工时应遵循以下原则：
- 1 穿越地层宜为相对坚硬完整、连续稳定的岩石地层；
  - 2 宜避免穿越大型断裂破碎带、风化槽、不整合接触带及软弱夹层地带；避开困难时，宜采用较大角度穿越；
  - 3 宜避免穿越岩溶发育区、深厚软土区等地层，并宜避免穿越易涌水、涌泥及涌砂等地质条件复杂的地层；
  - 4 无法避免穿越复杂、软弱地层时，应合理考虑管棚、管幕、超前注浆等辅助设计措施；
  - 5 洞口设计应遵循“早进洞、晚出洞”的原则，洞口不得大挖大刷。
- 9.2.5** 沉管及堰筑法地下道路设计应遵循以下原则：
- 1 应考虑地质条件、水文条件、通航条件、施工组织和水域生态环境等因素；
  - 2 应规避锚地、船舶调头区、港口码头、特定保护区等区域，并应满足两岸接线工程、水利

防洪、水域航运、船舶作业及环境保护等要求；

- 3 宜避开陡变或不稳定的岸线、急弯河道、局部深槽、冲刷严重的水域；
- 4 穿越水域的水流速度宜小于 2.5m/s；
- 5 沉管法地下道路穿越水域的水深宜小于 30m，堰筑法地下道路水深宜小于 10m。

9.2.6 顶管法地下道路设计应遵循以下原则：

- 1 穿越地层宜为软弱均匀地层；
- 2 宜避免穿越岩石地层、软硬不均地层、含坚硬大孤石的地层及含不明地下障碍物的区域等；
- 3 应根据地下道路所处土层性质、截面尺寸、地下水位、周边建构筑物等因素，经技术经济比较后确定顶进工艺。

### 9.3 明挖及堰筑法地下道路主体结构

9.3.1 地下道路主体结构形式应根据地下道路跨度、覆土厚度、地质条件及施工工艺确定，可采用矩形结构、拱形结构、单孔结构及多孔结构等，并应符合下列规定：

- 1 宜采用矩形断面结构，对于跨度较大或埋深大于 5m 时可采用拱形或矩形叠层断面；
- 2 双向行车宜采用双孔结构；车道数较多、兼具人非通行或市政管廊功能时，可根据功能分区采用多孔结构。

9.3.2 明挖法地下道路主体结构设计应综合考虑基坑支护、地下道路附属设施、周边建筑条件及施工组织等因素。排水泵房、楼梯间等附属结构宜结合其使用功能和周边环境确定结构方案，可采取主体结构外挂或与主体结构合建的形式。

9.3.3 地下道路主体结构计算宜采用基于极限状态的分项系数法，分别按施工阶段和使用阶段进行强度、刚度和稳定性计算，并应对使用阶段的变形及裂缝宽度进行验算。

9.3.4 主体结构与围护墙形式选择应符合下列规定：

- 1 围护结构的地下连续墙或灌注桩宜与内衬墙共同受力。墙体的结合方式可选用叠合式或复合式构造；
- 2 作为侧墙一部分利用的桩、墙，应计及在使用期内围护结构的材料劣化，内力向内衬转移的影响；
- 3 地下道路抗浮可用压重、压顶梁、抗拔桩及抗浮锚杆等措施，地下道路底部设置桩基时，应考虑桩基与结构的相互作用。

9.3.5 堰筑地下道路围堰结构设计应满足使用功能、稳定、抗渗、抗冲刷要求，并应符合下列规定：

- 1 应结构简单，施工方便，就地取材；
- 2 围堰基础应易于处理，堰体便于与岸坡或已有建筑物连接；
- 3 围堰形式及填料应结合防渗处理方案确定。

9.3.6 堰筑地下道路围堰水力计算应符合下列规定：

- 1 地下道路穿越河流时，围堰应按束窄河床进行各期导流水力计算，确定河道各束窄断面的设计洪水水位和流速、流态，确定围堰防冲措施及河道通航条件；
- 2 土石围堰应进行渗流计算，根据浸润线分析堰体、堰基渗透稳定并计算其渗流量；
- 3 混凝土或砌石围堰，应分析堰基渗透稳定并计算渗流量；
- 4 围堰渗流计算应考虑围堰运行中各种条件，选择最不利工况核算堰体及堰坡稳定；
- 5 围堰防渗体及堰基的安全渗透比降宜根据试验成果经论证后取用。

9.3.7 堰筑地下道路围堰基础应满足堰体稳定、基础抗渗要求，并应符合下列规定：

- 1 覆盖层厚度小于 3m 的地段，围堰基础可作挖除处理；
  - 2 可进行振冲加固、强夯等技术处理，防止堰基变形、液化、不均匀沉陷。
- 9.3.8 应根据水深、航道现状、航道规划、水利规划、水流冲刷、结构抗浮、两端接线及工程规模等因素进行堰筑地下道路的埋置深度与回填设计。
- 9.3.9 围堰形式及材料应结合水深、地层特性、地下道路主体结构、基坑支护及环保要求等因素确定。
- 9.3.10 明挖及堰筑地下道路抗浮稳定计算应符合下列规定：
- 1 施工期间应按常水位计算，正常使用期间应按抗浮设防水位计算；
  - 2 施工期间结构自重应按主体结构自重计算，正常使用期间结构自重可按主体结构自重与地下道路内结构自重等永久荷载之和计算；
  - 3 抗浮稳定安全系数在施工期间不应小于 1.05，在正常使用期间不应小于 1.1。

#### 9.4 盾构法地下道路主体结构

- 9.4.1 盾构地下道路衬砌结构可采用单层衬砌、双层衬砌或局部设内衬的型式，在满足地下道路施工工艺、结构受力、防水和耐久性等要求的前提下，宜选用单层装配式钢筋混凝土衬砌。
- 9.4.2 盾构地下道路衬砌宜采用预制钢筋混凝土平板型管片，在横通道或废水泵房等特殊地段，可采用钢管片、铸铁管片或钢与钢筋混凝土的复合管片。
- 9.4.3 盾构地下道路应进行结构横向受力计算、纵向受力计算、变形计算、抗浮稳定性验算、管片接头计算，设置二次衬砌的尚应对二次衬砌结构受力进行计算。
- 9.4.4 盾构地下道路主体结构应对各不利位置断面进行计算分析。
- 9.4.5 盾构地下道路主体结构受力分析应考虑施工和使用期间的各不利工况的荷载组合。
- 9.4.6 宜对盾构地下道路荷载变化较大、地层显著差异、小半径曲线段结构进行纵向内力计算。
- 9.4.7 盾构法地下道路主体结构计算模型应根据地质条件、衬砌构造特点及施工工艺确定，宜考虑衬砌与地层共同作用及装配式衬砌结构的影响，对于空间受力作用明显的结构宜按照空间结构进行分析。
- 9.4.8 衬砌环设计可根据使用要求，分为进洞环、出洞环、标准环、变形缝环等类型，进出洞衬砌环间宜采用拉紧措施。
- 9.4.9 地下道路管片构造应根据地下道路类型、受力条件、盾构设备等要求，以及经济性、可靠性、耐久性和便于制造、运输、安装等条件确定。
- 9.4.10 盾构地下道路与工作井宜采用刚性连接，并宜在工作井外侧、地下道路上覆土层厚度变化较大或下部基础地质条件变化较大处设置不少于 2~3 条变形缝。
- 9.4.11 横通道与主线结构间宜采用刚性连接。在横通道与主线结构连接处附近、及主线结构前后均应设置变形缝。
- 9.4.12 盾构法地下道路的横通道宜采用全封闭结构，位于水下段的地层加固宜优先选用冻结法。
- 9.4.13 装配式衬砌的管片应采用高精度钢模制作，管片制作、拼装及轴线精度应符合下列规定：
- 1 管片宽度允许范围为 $\pm 0.5\text{mm}$ （错缝拼装时宜取 $\pm 0.4\text{mm}$ ）；厚度允许范围为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；弧、弦长允许范围为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；纵、环向螺栓孔孔径及孔位允许范围为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；
  - 2 整环拼装检验时相邻环的环面间隙应小于 1.0mm、纵缝相邻块间隙应小于 1.5mm、对应的环向螺栓孔不同轴度应小于 1.0mm、衬砌环外直径允许偏差范围应为 $-2\text{mm}\sim+6.0\text{mm}$ ，内直径允许偏差范围应为 $-2.0\text{mm}\sim+2.0\text{mm}$ ；
  - 3 地下道路施工轴线与设计轴线允许偏差应小于 100mm。

**9.4.14** 双线地下道路间横通道可采用矿山法、顶管法、管幕法施工，并宜采用钢筋混凝土复合衬砌结构或预制装配结构，断面轮廓宜采用拱顶直墙或圆形断面结构形式，并应根据开口衬砌环受力计算，在地下道路内安装可靠内支撑。

**9.4.15** 盾构地下道路内部结构可采用现浇、预制件拼装或部分预制件部分现浇相结合的方法施工，应保证内部结构受力能够可靠传递至管片结构。

**9.4.16** 盾构地下道路抗浮稳定计算应符合下列规定：

1 施工期间应按常水位计算，正常使用期间应按抗浮设防水位计算；

2 施工期间结构自重应按管片自重计算，正常使用期间结构自重可按管片自重与内部结构自重等永久荷载之和计算；

3 抗浮稳定安全系数在施工期间不应小于 1.1，在正常使用期间不应小于 1.2。

**9.4.17** 盾构地下道路工作井井位布置及后续明挖段设计应满足盾构机吊运、组装、始发、掘进、到达、解体的需要，并应考虑施工过程对周边环境的影响。工作井主体结构宜采用现浇钢筋混凝土框架体系结构。利用工作井内空间布置消防楼梯、电梯及管线、通风机房、变电所、泵房、地下道路附属用房，工作井内净宽可按式（9.4.17）计算确定：

$$B_j = D + 2b + T \quad (9.4.17)$$

式中：

$B_j$ ——工作井内净宽（m）；

$D$ ——盾构机外径（m）；

$b$ ——盾构机拼装预留操作空间（m），一般根据盾构不同大小取 1.0m~2.0m；

$T$ ——施工误差（m），可取 0.3m~0.5m，与工作井围护方式及深度有关。

## 9.5 矿山法地下道路主体结构

**9.5.1** 矿山法地下道路土建工程设计应贯彻动态设计与信息化施工的思想，制订地质观察、超前地质预报和监控量测的总体方案，为动态设计提供依据，及时调整支护参数和施工方法。

**9.5.2** 矿山法地下道路衬砌结构宜采用复合式衬砌形式，复合式衬砌设计应符合下列规定：

1 初期支护应按永久支护结构设计，宜采用喷射混凝土、锚杆、钢筋网和钢架等单独或组合使用的支护形式；

2 二次衬砌应采用模筑混凝土或模筑钢筋混凝土衬砌结构；

3 在确定开挖面时，除应满足地下道路净空和结构尺寸外，尚应考虑围岩及初期支护的变形，预留适当的变形量。预留变形量大小应根据围岩级别、断面大小、埋置深度、施工方法和支护情况等，通过计算分析确定或采用工程类比法预测。

**9.5.3** 矿山法地下道路的各类衬砌设计应考虑施工开挖方法的影响。

**9.5.4** 矿山法地下道路主体结构应按破损阶段法验算构件截面的强度。结构抗裂有要求时，对混凝土构件应进行抗裂验算，对钢筋混凝土构件应验算裂缝宽度。

**9.5.5** 深埋地下道路中的整体式衬砌、浅埋地下道路中的整体式或复合式衬砌的二次衬砌及明洞衬砌等宜采用荷载结构法计算。深埋地下道路中复合式衬砌的二次衬砌也可采用荷载结构法计算。

**9.5.6** 矿山法地下道路通过浅埋段、严重偏压段、自稳定性差的软弱地层、断层破碎带以及大面积淋水或涌水地段时，可采取下列辅助工程措施：

1 可采取超前管棚、超前小导管、超前锚杆、超前钻孔注浆、超前水平旋喷桩、超前玻璃纤维锚杆、地表砂浆锚杆、地表注浆、锁脚锚杆、小导管径向注浆、临时支撑等围岩稳定措施；

2 可采用超前围岩预注浆堵水、围岩径向注浆堵水、超前钻孔排水、泄水洞排水、井点降水等涌水处理措施。

## 9.6 沉管法地下道路主体结构

9.6.1 地下道路沉管段平面线形宜采用直线，不满足时宜结合地下道路功能、管节长度、断面宽度、施工工艺等因素综合确定合理的平曲线半径。

9.6.2 管节横断面设计应符合以下规定：

1 管节横断面应满足地下道路建筑限界、通风排烟、供电照明、给排水等营运设备安装、防灾救援、施工误差等要求；

2 管节横断面布置应根据交通功能要求，选用单孔或多孔的矩形断面，管节断面宜左右对称；

3 结构尺寸应根据结构静力计算、干舷计算、抗浮计算及剪力键设置等要求综合确定；

4 沉管段地下道路的横断面内轮廓尺寸宜统一。

9.6.3 管节设计应符合以下规定：

1 应保证结构稳定、耐久可靠、造价合理、便于运营维护；

2 管节结构应结合整座地下道路平、纵面线形设计，合理确定管节长度、管节各接头类型及最终接头位置；

3 管节干舷高度取值应综合考虑管节外形尺寸、混凝土重度、结构含钢量、水重度、施工临时荷载、管节制作误差等因素，舾装后的管节干舷高度宜控制在 10cm~20cm；

4 管节系泊、浮运阶段的定倾高度不宜小于 30cm，同时应结合施工期可能的较大侧向牵引力及横流等进行稳定性验算。

9.6.4 沉管段地下道路的结构型式应符合下列规定：

1 管节结构宜采用钢筋混凝土结构，也可采用钢壳混凝土结构及预应力钢筋混凝土结构；

2 管节长度和分节数应综合考虑管节制作、浮运、沉放、地下道路纵坡等要求，并结合航道规划、地质条件、河（海）床形态等因素综合确定；

3 管节纵向结构型式可采用整体式或节段式，整体式管节每节长度不宜大于 130m，节段式管节每节长度不宜大于 180m，节段长度宜为 15m~25m，有特殊要求时，应进行专项论证；

4 管节接头间宜采用柔性接头，接头应采取不少于两道柔性止水措施，并设置限制接头三向变位的装置。

9.6.5 沉管法地下道路主体结构应进行管节预制、系泊、浮运、沉放等施工工况和正常运营工况下的结构强度、变形、稳定性、抗浮和沉降等计算分析；管节结构应就施工期与运营期不同工况下可能出现的最不利荷载组合，分别进行横向和纵向结构分析，并按荷载极限状态和正常使用极限状态进行验算。

9.6.6 沉管地下道路应进行施工阶段及运营阶段的抗浮验算，管节抗浮安全系数应按表 9.6.6 的要求取值：

表9.6.6 沉管地下道路抗浮安全系数表

阶段	工况	安全系数 F
施工期	管节沉放期间	$F \geq 1.01 \sim 1.02$
	管节沉放就位后	$F \geq 1.05$

续表9.6.6

阶段	工况	安全系数 F
运营期	管节结构自重+压重混凝土	F≥1.06
	管节结构自重+压重混凝土+管顶回填	F≥1.15

9.6.7 沉管地下道路的构造应符合下列规定：

- 1 沉管管节应纵向分段浇筑，整体式管节纵向分段长度不宜大于 30m，分段之间宜采用后浇带连接；节段式管节分段长度不宜大于 25m，分段之间采用节段接头连接；
- 2 整体式管节横断面宜采用分层浇筑，节段式管节横断面宜全断面一次性浇筑；
- 3 管节顶部人孔井应按每节管节 1 处~2 处设置，人孔井可与管顶测量塔合建；
- 4 管节顶部舾装设施的布置应满足管节拖运、沉放、对接施工工艺的要求；
- 5 管节结构制作精度应符合表 9.6.7-1 的要求：

表9.6.7-1 管节结构制作精度要求

尺寸误差	内孔净宽 (mm)	内孔净高 (mm)	板厚 (mm)		管节宽度 (mm)	管节高度 (mm)	管节长度 (mm)
			顶底板	侧墙			
	0~+10	0~+5	-5~0	-10~0	-10~+10	-5~+5	-30~+30

6 端钢壳的安装误差和端面平整度应根据管节对接控制精度、轴线偏差等因素综合考虑，端钢壳面板制作及安装精度应符合表 9.6.7-2 的要求。

表9.6.7-2 端钢壳面板制作及安装精度要求

允许偏差	外包宽度 (mm)	外包高度 (mm)	面板整体平整度 (mm)	GINA 止水带 接触面平整度 (mm)	OMEGA 止水带 接触面平整度 (mm)	横向垂直度 (%)	竖向倾斜度 (%)
	±10	±10	≤3	≤1	≤2	≤3	≤3

9.6.8 管节接头结构设计应符合下列规定：

- 1 在沉管段与岸上段之间、管节与管节之间、节段与节段之间应设置接头，在沉管地下道路贯通位置应设最终接头；
- 2 沉管段与岸上段之间接头形式应根据纵向计算确定；
- 3 应根据静力计算与动力分析结果确定剪力键与纵向限位构造措施的设计参数；
- 4 管节接头宜采用柔性接头，外侧设置 GINA 止水带，内侧设置 OMEGA 止水带，并宜设置横向、竖向、纵向限位装置；附加纵向抗震限位措施应根据地震工况纵向计算结果并结合工程实际进行确定；
- 5 最终接头应根据设计的岸上或水下具体位置选用柔性连接或刚性连接方式。

9.6.9 管节接头剪力键可采用钢筋混凝土或钢结构材料，剪力键设计应符合以下规定：

- 1 应配置竖向剪力键和水平剪力键；
- 2 竖向剪力键承受运营阶段竖向剪力，应在中隔墙或侧墙上成组设置，并应根据纵向计算结果必要时在中隔墙及外墙均设置；
- 3 水平剪力键承受地震工况下水平剪力，应在顶板或底板上成组设置。如果压重层满足条件，底板水平剪力键宜设置在压重层中；
- 4 应根据纵向计算与现场条件合理选择剪力键受力面之间的弹性支座或弹性垫层；
- 5 竖向剪力键所承受的竖向剪力应根据相邻管节基础刚度和荷载差异计算确定，水平剪力键所承受的水平剪力应根据地震工况下产生的最大水平剪力确定。

#### 9.6.10 最终接头设计应符合下列规定：

- 1 最终接头可选用干作接头或水下接头，其位置应根据水深、施工条件、工期策划选定，且宜选择在水深较浅处；
- 2 最终接头不宜太长，宜取 2m~3m；
- 3 最终接头临时封水之前，应在水下安装纵向临时支撑或临时楔块，其强度与刚度应满足GINA 橡胶止水带回弹的受力要求；
- 4 应保证潜水作业的安全和水下作业的临时水密性；
- 5 应采取可靠、耐久的防水措施。

### 9.7 顶管法地下道路主体结构

9.7.1 顶管设计应根据地质和周边环境条件，通过计算合理选择管道埋深、井间距、顶管井结构形式等。

9.7.2 顶管地下道路应进行抗浮验算，地下道路顶最小覆土厚度不宜小于 1.0 倍地下道路外径且不应小于 1.5m；当穿越河道时，覆土厚度尚应符合地下道路施工期间的抗浮要求。

9.7.3 顶管法地下道路设计应结合建设条件、施工组织等合理确定始发井和接收井的布置。顶管井结构除了进行水土压力和地面荷载作用效应分析外，工作井还应进行顶力作用效应分析。

9.7.4 顶管井结构形式应根据地质条件、管道埋深、施工工艺及环境条件等因素选用，结构构件确定应符合下列要求：

- 1 始发井的净空应符合安装后座、千斤顶、环形顶铁、穿墙止水和操作空间的要求，取安装顶管机长度和安装管材节段长度的大者，宽度应考虑安装设备的需要；
- 2 接收井的内部净空应满足顶管机的吊出；
- 3 顶管井深度应为管底埋深、导轨高度、支垫厚度之和，焊接钢管应预留焊接坑，深度不应小于 1m，宽度不应小于 0.8m；
- 4 当顶管井位于岸边或水中时，应进行防冲刷、整体稳定、抗滑移及抗倾覆等验算；
- 5 顶管井内布置内支撑或内衬时，应满足顶管施工空间要求。

9.7.5 顶管顶进长度应综合考虑地质条件、地下道路尺寸、注浆减阻、中继环的设置等因素。

9.7.6 顶进施工时最大顶力不应超过地下道路主体结构、工作井后背墙及土体的允许承载力，否则应增加中继环接力顶进。

### 9.8 防 水

9.8.1 城市地下道路的防水设计应符合以下规定：

- 1 地下道路工程防水设计应遵循“防、排、截、堵相结合，因地制宜，综合治理”的原则，并结合工程特点、沿线地形条件、工程地质、水文地质情况及勘测资料，采取定级准确、方案可靠、施工简便、耐久适用、经济合理的防水措施；

- 2 地下工程的防水等级应根据工程类别和工程防水使用环境类别分为三级，各等级防水标准应符合表 9.8.1-1 的规定：

表9.8.1-1 地下工程防水标准

防水等级	防水标准
一级	不允许渗水，结构表面无湿渍。
二级	不允许漏水，结构表面可有少量湿渍。
三级	有少量漏水点，不得有线流和漏泥沙。

3 地下工程不同防水等级的适用范围，应根据工程的重要性和使用中对防水的要求按表9.8.1-2选定。

表9.8.1-2 不同防水等级的适用范围

防水等级	适用范围
一级	人员长期停留的场所；因有少量湿渍会使物品变质、失效的储物场所及严重影响设备正常运转和危及工程安全运营的部位；极重要的战备工程、地铁车站
二级	人员经常活动的场所；在有少量湿渍的情况下不会使物品变质、失效的储物场所及基本不影响设备正常运转和工程安全运营的部位；重要的战备工程
三级	人员临时活动的场所；一般战备工程

4 城市快速路、城市主干路地下道路防水等级不宜低于二级，并应满足现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030的有关规定；

5 城市地下道路的施工缝、变形缝、后浇带、预埋件部位、预留通道接头、桩基接头等位置为防水重点，应采取可靠的防水措施，构造处防水措施应适当加强；

6 地下道路工程应设计地面挡水及截水系统，出入口、洞口、斜竖井、排水管沟等位置应采取防倒灌措施；

7 地下道路工程防排水设计应注意环境保护，避免或减少对工程沿线周边环境的不利影响。

9.8.2 城市地下道路可分为排水型地下道路和防水型地下道路，排水型地下道路宜采用半包防水，防水型地下道路应采用全包防水，两种防水形式应遵守下列原则：

1 在排水对地面生态环境影响不大的地区，可不必控制排水，采用半包防水，并确保初期支护和二次衬砌之间的排水系统畅通；

2 地面生态和社会环境敏感，要求严格限制地下水的排放的地区，应采用全包防水；

3 地下道路排水可能引起地表较大沉降，从而危及结构物正常使用及周边环境的场合，应采用全包防水；

4 地下水具有腐蚀性，且需要将地下水与混凝土隔离的场合，应采用全包防水。

9.8.3 主体结构防水混凝土应满足抗渗等级要求，并不宜小于 P8。

9.8.4 存在侵蚀性地下水、特殊地下工程环境及工作条件时，可适当提高混凝土防水等级。

9.8.5 主体结构厚度不应小于 250mm；防水混凝土的裂缝宽度不应大于结构允许限值，并不应贯通；迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm。

9.8.6 主体结构底板的混凝土垫层强度不应小于 C20，厚度不应低于 150mm。

9.8.7 防水层材料应根据工程环境、结构形式、防渗要求等条件，针对性选用性能匹配的防水材料。防水材料的各项指标应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 及《地下工程防水技术规范》GB 50105 的有关规定。

9.8.8 防水层应设置在结构的迎水面；主体结构采用复合式衬砌时，防水层应设置在初期支护与二衬之间。

9.8.9 复合衬砌的防水层宜将防水板与无纺布组合使用，但无纺布不宜与防水板黏合。

**9.8.10** 地下道路工程结构顶板上方有绿化、植物种植需求时，种植顶板防水等级应为一级，防水材料应具备耐根穿刺性能，耐根穿刺防水层应符合下列要求：

1 耐根穿刺防水层的设计应符合现行行业标准《种植屋面工程技术》JGJ 155 的相关要求；

2 耐根穿刺防水层选用聚乙烯丙纶防水卷材-聚合物水泥胶结料复合防水材料时，应采用双层卷材做法；

3 耐根穿刺防水层需设保护层时，应符合下列要求：

1) 聚乙烯丙纶复合耐根穿刺防水层宜选用水泥砂浆保护；

2) 其它耐根穿刺防水层宜选用柔性材料保护；

3) 采用细石混凝土作保护层时，保护层下面应铺设隔离层。

**9.8.11** 城市地下道路上方地表及地下道路出入口应考虑防水、防淹措施。

**9.8.12** 地下水丰富、水压较大地段，变形缝、施工缝应加强防水构造。

**9.8.13** 变形缝、施工缝、后浇带、加强带和诱导缝等接缝位置应在设计时统筹考虑，宜合并减少接缝数量。

**9.8.14** 城市地下道路工程中的预留洞室、预留孔（槽）的防水构成宜与主体结构防水一致、保持连续。

**9.8.15** 城市地下道路采用复合式衬砌结构，在施作喷射混凝土前，应根据现场围岩裂隙及渗漏水情况，预先采用引排或注浆堵水。

**9.8.16** 盾构法地下道路工程防水应符合下列规定：

1 混凝土管片强度等级不应低于 C50，且抗渗等级不应低于 P10；

2 管片应至少设置 1 道密封垫沟槽，管片接缝密封垫应能被完全压入管片沟槽内。密封垫沟槽截面积与密封垫截面积的比例不应小于 1.00，且不应大于 1.15；

3 管片接缝密封垫应能保障在计算的接缝最大张开量、设计允许的最大错位量及埋深水头不小于 2 倍水压的情况下不渗漏。弹性橡胶密封垫的防水性能应通过模拟一字缝、T 字缝拼装的水密性试验验证；

4 管片螺栓孔的橡胶密封圈外形应与沟槽相匹配。

**9.8.17** 顶管管节接口防水设计应符合下列规定：

1 接口“F 形”钢承插管应以楔形橡胶止水圈作为首要防水线，其材质宜为氯丁橡胶；

2 与混凝土相接触的钢套环环面上应设置遇水膨胀橡胶条，钢套环管节端头应预留沟槽，并应灌注低模量聚氨酯密封胶；

3 当整条顶管地下道路施工完毕后，应在管节接头之间的背土面嵌缝沟槽内嵌填高模量聚氨酯密封胶或聚合物水泥防水砂浆；

4 接头部位钢承口应采取防腐措施；

5 管节接头之间应设置胶合板（用于直线段）或本松板（用于曲线段）作为传力衬垫；

6 大断面顶管地下道路，宜在接口钢套环处设置两道楔形橡胶密封圈加强防水，并宜在接口中部预留密封垫沟槽设置弹性密封垫作为辅助防线。

**9.8.18** 沉管法防水设计应符合下列规定：

1 沉管地下道路防水等级宜为一级，不得渗水；

2 沉管地下道路防水体系宜由管节结构自防水、管节外防水和管节接头防水组成，保证沉管地下道路具有良好的防水性能；

3 管节自防水应采用防水抗渗混凝土；

4 管节宜设置全包外防水层：底板可采用钢板、带键的 PVC 塑料板、水泥基渗透结晶防水涂料等；侧墙与顶板可采用喷涂型聚脲、喷涂型橡胶沥青、聚氨酯、聚合物水泥等防水涂料以及

自黏性防水卷材。顶板和顶折板处应设置细石混凝土保护层，侧墙防水层宜根据各自特性考虑保护措施；

5 管节接头间宜采用柔性接头，接头应采取不少于两道柔性止水措施，并设置限制接头三向变位的装置；

6 岸边管节地基基础应减少管节沉降，岸边接头的结构应充分考虑岸边水深较浅及其连接的特殊性，使岸边接头构造与现场实际受力状况相吻合，降低接头渗漏的可能性。

**9.8.19 沉管管节接头构造设计应符合下列规定：**

1 在沉管段与岸上段之间、管节与管节之间、节段与节段之间应设置接头，在沉管地下道路贯通位置应设合拢接头；

2 沉管段与岸上段之间接头形式应根据纵向计算确定；

3 应根据静力计算与动力分析结果，确定剪力键与纵向限位构造措施的设计参数；

4 管节接头宜采用柔性接头，并设置横向、竖向、纵向限位装置；

5 合拢接头应根据设计的岸上或水下具体位置，选用柔性连接或刚性连接方式。

**9.9 耐久性设计**

**9.9.1 耐久性设计应根据设计使用年限、所处环境类别和环境作用等级进行耐久性设计，设计内容应包括下列内容：**

1 确定结构的设计使用年限、所处的环境类别及其作用等级；

2 提出对混凝土材料的耐久性基本要求；

3 确定构件中钢筋的混凝土保护层厚度；

4 不同环境条件下的耐久性技术措施；

5 提出结构使用阶段的检测及维护要求。

**9.9.2 应基于工程勘察和环境调查等基础资料，根据现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关规定，采用满足耐久性要求的混凝土原材料和参数指标；采用有利于减轻环境作用影响的结构形式、布置和构造；提出对混凝土施工过程的质量控制要求。**

**9.9.3 地下道路主体结构和使用期间不可更换的结构构件，应按设计工作年限为 100 年的要求进行耐久性设计；使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件，可按设计工作年限为 50 年的要求进行耐久性设计。**

**9.9.4 混凝土结构所处的环境类别和环境作用等级应分别根据表 9.9.4-1 和表 9.9.4-2 的规定确定。当结构构件受到多种环境类别共同作用时，应分别针对每种环境类别进行耐久性设计。**

**表9.9.4-1 混凝土结构所处的环境类别**

环境类别	名称	劣化机理
I	一般环境	正常大气作用引起钢筋锈蚀
II	冻融环境	反复冻融导致混凝土损伤
III	海洋氯化物环境	氯盐侵入引起钢筋锈蚀
IV	除冰盐等其他氯化物环境	氯盐侵入引起钢筋锈蚀
V	化学腐蚀环境	硫酸盐等化学物质对混凝土的腐蚀

表9.9.4-2 环境作用等级

环境类别 \ 环境作用等级	A 轻微	B 轻度	C 中度	D 严重	E 非常严重	F 极端严重
一般环境	I—A	I—B	I—C			
冻融环境			II—C	II—D	II—E	
海洋氯化物环境			III—C	III—D	III—E	III—F
除冰盐等其他氯化物环境			IV—C	IV—D	IV—E	
化学腐蚀环境			V—C	V—D	V—E	

9.9.5 钢筋混凝土构件的材料要求、表面最大裂缝宽度、钢筋保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB 55008 和《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的有关要求。

9.9.6 当地下道路处于海洋或近海地区等复杂环境时，混凝土结构强度等级要求很高，大体积结构混凝土浇筑时存在温度裂缝控制困难、浇筑施工工艺要求高等问题，应按海洋氯化物环境进行耐久性设计，必要时开展耐久性专题研究，确定合理的混凝土结构耐久性设计方案。

## 9.10 结构抗震

9.10.1 城市地下道路主体结构的抗震设防目标应符合下列规定：

1 当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时，结构不破坏或轻微破坏，可保持其正常使用功能，结构处于弹性工作阶段；

2 当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，结构可能损坏但经修补后仍可恢复其正常使用功能，结构局部进入弹塑性工作阶段。

9.10.2 对于乙类的城市地下道路工程，应进行工程场地地震安全性评价。场地地震安全性评价报告应提供各土层对应的剪切波速、动力非线性关系曲线、场地反应谱、不同超越概率水准下的地震波时程曲线等有关动力参数。

9.10.3 场地类别、地基基础的抗震措施、液化土的判别与处理，应符合现行国家标准《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336 的有关规定。

9.10.4 城市地下道路主体结构地震作用的分析，应符合下列规定：

1 地下道路主体结构、横通道结构，抗震设计时可仅计算沿结构横向的水平地震作用，地基、地质条件明显变化的区段，尚应考虑竖向地震作用的影响；不规则的工作井、带泵房的横通道等部位、沉管结构以及沿地下道路纵向覆土厚度有较大变化或地基有明显差异的地下道路主体结构，应分别计算沿结构横向和纵向的水平地震作用；

2 两个水平向地震作用的设计基本地震加速度输入取相同的数值；

3 竖向设计地震动峰值加速度可取水平向峰值加速度的 65%；

4 地震反应计算方法宜根据结构特点采用反应位移法、反应加速度法或时程分析法。

9.10.5 结构抗震验算时，在设防地震作用下应进行截面抗震验算和变形验算；在罕遇地震作用下应进行抗震变形验算。

9.10.6 地下道路主体结构的截面抗震验算，应按以下要求进行：

1 结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合，应按式（9.10.6-1）计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} \quad (9.10.6-1)$$

式中：

S——结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值等；

$\gamma_G$ ——重力荷载分项系数，一般应采用 1.2，重力荷载效应对构件承载有利时不应大于 1.0；  
 $\gamma_{Eh}$ 、 $\gamma_{Ev}$ ——分别为水平、竖向地震作用分项系数，应按表 9.10.6-1 采用；  
 $S_{GE}$ ——重力荷载代表值的效应；  
 $S_{Ehk}$ ——水平地震作用标准值的效应；  
 $S_{Evk}$ ——竖向地震作用标准值的效应。

表9.10.6-1 地震作用分项系数

地震作用	$\gamma_{Eh}$	$\gamma_{Ev}$
仅计算水平地震作用	1.4	0.0
仅计算竖向地震作用	0.0	1.4
同时计算水平与竖向地震作用（水平地震为主）	1.4	0.5
同时计算水平与竖向地震作用（竖向地震为主）	0.5	1.4

2 结构构件的截面抗震验算,应采用式 (9.10.6-2) 表达:

$$S \leq R / \gamma_{RE} \quad (9.10.6-2)$$

式中:

$\gamma_{RE}$ ——承载力抗震调整系数。除另有规定外，应按表 9.10.6-2 采用；  
 $R$ ——结构构件的承载力设计值。

表9.10.6-2 承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	$\gamma_{RE}$
钢	柱、梁、支撑、节点板件、螺栓、焊缝 柱、支撑	强度	0.75
		稳定	0.80
混凝土	梁	受弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏拉	0.85

注:当仅计算竖向地震作用时，各类结构构件承载力抗震调整系数均采用 1.0。

9.10.7 计算地震作用时，重力荷载代表值应取永久荷载的标准值与各可变荷载的组合值之和。各可变荷载的组合值系数，应按表 9.10.7 采用。

表9.10.7 可变荷载组合值系数

可变荷载种类		组合值系数
内部活荷载	按实际情况计算	1.0
	按等效均布荷载计算	0.5
水压力变化		0.5

9.10.8 城市地下道路主体结构的抗震变形验算，应按以下要求进行：

1 地下道路主体结构应进行设防地震作用下的抗震变形验算，其结构最大的弹性层间位移应符合式 (9.10.8-1) 要求：

$$\Delta\mu_e \leq [\theta_e]h \quad (9.10.8-1)$$

式中:

$\Delta\mu_e$ ——设防地震作用标准值产生的结构最大弹性层间位移；计算时可不扣除结构整体弯曲变形，钢筋混凝土结构构件的截面刚度可采用弹性刚度；

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值，一般情况下，对地下混凝土矩形地下道路主体结构可取 1/550，对地下混凝土圆形地下道路主体结构可取 1/300；

$h$ ——对矩形地下道路主体结构，指计算结构层净高；对圆形地下道路主体结构，为地下道路计算直径。

2 地下道路主体结构在罕遇地震作用下的弹塑性层间位移，可采用弹塑性时程分析法计算，也可按简化公式（9.10.8-2）计算：

$$\Delta\mu_p \leq \eta_p \Delta\mu_e \quad (9.10.8-2)$$

式中：

$\Delta\mu_p$ ——弹塑性层间位移；

$\Delta\mu_e$ ——罕遇地震作用下按弹性分析的层间位移；

$\eta_p$ ——弹塑性层间位移增大系数，当计算结构层层间屈服强度系数 $\xi_y$ 不小于相邻层（部位）该系数平均值的 0.8 时，如无其他详细资料，可按表 9.10.8 采用；当不大于该平均值的 0.5 时，可按表内相应数值的 1.5 倍采用；其他情况可采用内插法取值；

$\xi_y$ ——层间屈服强度系数，为按构件实际配筋和材料强度标准值计算的结构层受剪承载力和按罕遇地震作用标准值计算的结构层弹性地震剪力的比值。

表9.10.8 弹塑性层间位移增大系数

结构类型	总层数 n 或部位	$\xi_y$		
		0.5	0.4	0.3
多层混凝土框架结构	<5	1.30	1.40	1.60
	5~7	1.50	1.65	1.80

3 地下道路主体结构在罕遇地震作用下的弹塑性层间位移应符合式（9.10.8-3）要求：

$$\Delta\mu_p \leq [\theta_p] h \quad (9.10.8-3)$$

式中：

$\theta_p$ ——弹塑性层间位移角限值，一般情况下，对地下混凝土矩形地下道路主体结构可取 1/250；对地下混凝土圆形地下道路主体结构可取 1/150。

9.10.9 乙类地下道路的抗震等级应为二级，且应按高于本地区抗震设防烈度一度的要求加强其抗震措施；丙类地下道路的抗震等级应为三级，且应按本地区抗震设防烈度的要求加强其抗震措施。

9.10.10 抗震验算应符合下列规定：

- 1 变形缝防水措施应能满足适应接缝变形的的水密性要求；
- 2 圆形地下道路衬砌接缝处的螺栓拉应力设计值应小于材料抗拉强度设计值。

## 10 地下道路运营设施

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 城市地下道路与地下建筑（地下车库、地下商业街、地下车站等）机电设施宜分开设置，宜以接口处防火分区为设计界面。

**10.1.2** 地下道路通风应结合地下道路分类、交通量、车辆种类与有害气体排放量、地下道路平面与纵断面线形、环境保护、烟气控制和运营维护等进行整体规划。

**10.1.3** 地下道路排水设计应按照分类集中，采用高水高排、低水低排、互不连通的原则就近排放。

**10.1.4** 供配电系统设计应遵循安全可靠、经济合理、技术先进、维护方便的原则，并应符合国家节能和环保要求。

**10.1.5** 监控系统设计应基于综合监控理念，对地下道路机电设备实现统一监控、集中管理；实现多专业综合、多功能集成、多系统信息的互联互通和资源共享。

**10.1.6** 城市地下道路机电设施的配置应根据地下道路的分类、交通量和服务对象等因素综合确定。

**10.1.7** 地下道路宜就近设置地下道路运营管理中心、变电所、消防泵房等设备用房。

### 10.2 通风与排烟

**10.2.1** 地下道路内部环境标准应按交通情况确定不同的设计标准，宜考虑日常阻滞交通工况。

**10.2.2** 地下道路内的最高空气温度不宜高于 45℃。设置机械通风设施的地下道路内应设置空气环境检测系统，对地下道路内 CO 浓度、能见度、温度和风速、风向等进行实施监测。

**10.2.3** 地下道路火灾最大热释放率宜根据地下道路的等级、通行车辆的构成以及车型比例确定。

**10.2.4** 通风方案应符合现行国家标准《环境空气质量标准》GB 3095、《声环境质量标准》GB 3096 中有关规定。

**10.2.5** 地下道路通风应分别针对不同工况进行系统设计，并提出相应的通风设施运行方案。

**10.2.6** 短距离城市地下道路宜采用自然通风方式。中长距离地下道路宜采用机械通风方式，宜采用纵向通风。

**10.2.7** 地下道路空间最小换气频率宜为 3 次/h~5 次/h。

**10.2.8** 当采用纵向通风时，城市地下道路内换气风速不应低于 2.5m/s。

**10.2.9** 地下道路需风量计算时应符合下列规定：

1 车辆有害气体的排放量，应按设计预测交通量、交通组成、车辆状况、并结合汽车尾气限排标准实施情况计算，取其较大者作为设计取值；

2 设计需风量应取稀释 CO、烟尘、NO<sub>2</sub> 和地下道路最小换气量中所需风量中的最大值；

3 稀释 CO、烟尘、NO<sub>2</sub> 所需风量可按现行行业标准《公路隧道通风设计细则》JTG/T D70/2-02 中相关要求计算；

4 地下道路入口新风污染物浓度应考虑环境本底浓度和邻洞污染空气的影响，具体数据可参考环境影响评价报告中的本底测量及计算预测。

**10.2.10** 防排烟系统设计应符合以下规定：

1 仅限通行非危险化学品等机动车的短距离地下道路可采用自然排烟方式；

2 地下道路内机械排烟系统的设置应根据地下道路暗埋段长度、交通情况确定。中长距离地下道路宜采用纵向排烟方式；特长距离地下道路宜采用纵向分段排烟方式或重点排烟方式。

10.2.11 当采用纵向排烟时，纵向风速应大于临界风速，保证烟气不回流。

10.2.12 当采用重点排烟时，排烟量应根据火灾规模计算确定，并应考虑系统的漏风量；排烟口应设置在地下道路顶部或侧壁上部；火灾时应联动开启火灾区域附近的排烟口，开启数量应根据控烟要求确定。

10.2.13 地下道路内通风设备应考虑降噪措施，噪声排放应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的有关规定。

### 10.3 给排水与消防

10.3.1 地下道路给排水及消防设计应符合下列规定：

1 地下道路给排水、消防系统应满足地下道路的正常运营用水、消防用水，并应及时排除生产和生活污水、地下道路废水及地下道路敞开段的雨水；

2 地下道路在暗挖段的上游端，可设置泄水口、排水沟等排水设施，拦截和引排上游方向的地表水，减少地表水流入暗挖段；必要时可设置雨水棚引排降水；

3 整条地下道路应按同一时间内发生一起火灾考虑；

4 地下道路宜设置防水淹的监控措施。

10.3.2 地下道路内给水系统设计应符合下列规定：

1 宜在地下道路管理用房地块内设置加水栓，供地下道路冲洗车加水；

2 地下道路冲洗水量宜按照  $3L/(m^2 \cdot d)$  计；

3 地下道路冲洗水宜采用再生水。

10.3.3 地下道路内排水标准应符合下列规定：

1 根据工程的地理位置以及重要程度，合理选择暴雨重现期；地下道路敞开部分的暴雨重现期宜按 50 年考虑，径流系数为 0.9；

2 降雨历时应根据道路坡长、坡度和路面粗糙度等计算确定，宜为 2min~10min；

3 地下道路排水量应按消防水量计。

10.3.4 地下道路内排水系统设计应符合现行国家标准《室外排水设计标准》GB 50014 的有关要求，并应符合下列规定：

1 地下道路废水泵房宜设置在地下道路线路最低点，地下道路废水泵房处宜设置截水措施截留路面废水；

2 废水泵房及其集水池应满足水泵的安装、检修、运行要求，集水池有效容积应按大于最大一台泵 15min 出水量考虑；

3 废水泵房宜设置备用泵；

4 地下道路废水应就近接入市政污水管道；

5 地下道路雨水泵房宜靠近洞口设置。雨水泵房处宜设置可靠截水措施截留地下道路敞开段雨水；地下道路敞开段雨水汇水面积应确保合围，严禁外部容水进入地下道路；

6 雨水泵房的设计规模应按地下道路敞开段设计雨水量的 1.2 倍确定；雨水泵房集水池有效容积应按大于最大一台泵 5min 出水量考虑；

7 雨水泵房宜设置备用泵，且水泵总数不宜少于 3 台；

8 雨水经提升后应就近接入市政雨水管；有条件时初期雨水应排入市政污水管。

10.3.5 地下道路应按照其所对应的防火等级配置消防设施，并应符合以下要求：

1 地下道路应设置灭火器；

2 地下道路应设置室内消火栓系统，四类地下道路以及供人员或非机动车辆通行的三类地下道路可不设置室内消火栓系统；

3 一类、二类地下道路宜设置水喷雾灭火系统或泡沫-水喷雾灭火系统；

4 特长地下道路可设置泡沫消火栓系统，允许通行危险化学品机动车的特长地下道路应设置泡沫消火栓系统。

#### 10.3.6 消防水源和消防水池设计应符合下列规定：

1 消防水源应根据地下道路所在地区市政管网情况选择由市政管网直接或者采用消防水池供水。室内消防给水系统由生活、生产给水系统管网直接供水时，应在引入管处采取防止倒流的措施。当采用有空气隔断的倒流防止器时，该倒流防止器应设置在清洁卫生的场所，其排水口应采取防止被水淹没的措施。

2 当采用消防水池作为消防水源时，消防水池有效容积应满足火灾延续时间内室内各水灭火系统消防用水量以及室外消防用水量之和的要求。当室外给水管网能保证室外消防给水设计流量时，消防水池容积可不考虑室外消防用水量部分。

3 消防水池的补水时间不宜大于 48 小时。

#### 10.3.7 消防泵房设计应符合下列规定：

1 消防泵房不应设置在地下三层及以下或室内地面与室外出入口地坪高差大于 10m 的地下楼层；

2 消防泵房的疏散门应直通室外或安全出口；

3 消防水泵房应采取防水淹的技术措施。

#### 10.3.8 消火栓系统设计应符合下列规定：

1 消火栓系统用水量不应小于 20L/s，洞口外的消火栓系统用水量不应小于 30L/s；对于长度小于 1000m 的地下道路，洞口内、外消火栓用水量可分别为 10L/s 和 20L/s；一类、二类地下道路的火灾延续时间不应小于 3.00h，三类地下道路的火灾延续时间不应小于 2h；

2 室内消火栓系统环状消防给水管道应至少有 2 条进水管与室外供水管网连接，当其中一条进水管关闭时，其余进水管应仍能保证全部室内消防用水量；

3 地下道路内的消防供水压力应保证用水量达到最大时，最低压力不应小于 0.3MPa；

4 消防给水系统管道的最高点宜设置自动排气阀；

5 室内消火栓系统管道宜每隔不超过 250m 设置检修阀门，检修阀门可采用闸阀或蝶阀；

6 架空管道当系统工作压力小于等于 1.2MPa 时，可采用热浸镀锌钢管，当系统工作压力大于 1.2MPa 时，应采用热浸镀锌无缝钢管。

#### 10.3.9 泡沫-水喷雾联用灭火系统设计应符合下列规定：

1 泡沫-水喷雾系统的喷雾强度不应小于 6.5L/min·m<sup>2</sup>，最不利点处喷头的工作压力不应小于 0.35MPa，泡沫混合液持续喷射时间不应小于 20min，持续喷雾时间不应小于 1h；

2 泡沫-水喷雾联用灭火系统用于灭火时，响应时间不应大于 45s；

3 喷头的选型和布置应避免喷雾受车辆遮挡的影响；

4 宜按 25m 设置一个灭火分区，且系统的作用面积不宜大于 600m<sup>2</sup>，发生火灾时灭火分区动作数量不宜小于 2 个；

5 系统灭火设计流量应在计算流量的基础上附加一定的安全裕量，安全系数取 1.05~1.10，地下道路防火等级越高，安全系数取值越大；

6 控制阀组前的供水管道应满足现行国标《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 相关要求，泡沫液管道以及控制阀组后的配水管道应采用奥氏体不锈钢管道；

7 泡沫液管道上设置的阀门应采用不锈钢阀体，泡沫液储罐宜采用常压泡沫液储罐。

#### 10.3.10 水喷雾系统设计应符合下列规定：

1 水喷雾系统的喷雾强度不应小于  $6.0\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，最不利点处喷头的工作压力不应小于  $0.2\text{MPa}$ ，持续喷雾时间不应小于 4h；

2 水雾喷头与保护对象之间的距离不得大于水雾喷头的有效射程；

3 雨淋阀前的消防给水环网管道应满足现行国家标准《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 相关要求，过滤器与雨淋阀之间及雨淋阀后的管道，应采用内外热镀锌钢管、不锈钢管或铜管，需要进行弯管加工的管道应采用无缝钢管；当管道采用镀锌钢管时，公称直径不应小于 25mm，采用不锈钢管或铜管时，公称直径不应小于 20mm；

4 雨淋报警阀前的管道应设置可冲洗的过滤器，过滤器滤网应采用耐腐蚀金属材料，其网孔基本尺寸应为  $0.600\text{mm}\sim 0.710\text{mm}$ 。

#### 10.3.11 泡沫消火栓系统设计应符合下列规定：

1 泡沫消火栓系统的泡沫混合液用量不应小于  $30\text{L}/\text{min}$ ，泡沫液浓度不应小于 3%，泡沫混合液连续供给时间不应小于 20min；

2 泡沫灭火装置宜与消火栓一同安装于消防设备箱中；

3 泡沫灭火装置应配置带开关的吸气型泡沫枪，泡沫混合液射程不应小于 6m，配套软管长度不应小于 25m；

4 泡沫液应采用环保型水成膜泡沫液。

#### 10.3.12 灭火器设置应符合下列要求：

1 地下道路内应设置 ABC 类灭火器；每个灭火器设置点的灭火器设置数量不应少于 2 具，且不应多于 5 具；ABC 类灭火器宜采用磷酸铵盐干粉灭火器，充装总量不小于 5kg，且不大于 8kg；

2 灭火器的设置位置应根据地下道路的规模、分级类型确定，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

#### 10.3.13 地下道路出入口处应设置室外消火栓和水泵接合器。

### 10.4 供配电与照明

10.4.1 电力负荷应根据供电可靠性和中断供电对人身生命、运营安全造成的危害及对经济影响的程度确定负荷等级，城市地下道路的电力负荷应符合下列规定：

1 一、二类城市地下道路内应急照明设施、火灾自动报警系统设备、消防水泵、雨水泵、废水泵、排烟风机、自动灭火系统、防火卷帘门、防淹门、门禁系统、综合监控系统、电力监控系统、电气火灾监控系统、消防设备电源监控系统等消防设备的负荷等级不应低于一级，其中应急照明设施、火灾自动报警系统、交通监控设施、设备监控设施、通信设施、有线广播设施、视频监控设施、中央控制设施设备应为一级负荷中的特别重要负荷；

2 三类、四类城市地下道路消防用电负荷等级不应低于二级；

3 对于一级负荷中的特别重要负荷，应设置不间断电源装置（UPS）或应急电源装置（EPS）作为应急电源，并不得将其他负荷接入应急供电系统。应急电源的供电时间，应满足用电设备最长持续运行时间的要求。

#### 10.4.2 供电电源及配电方式应符合下列要求：

1 一级负荷应采用双重电源供电，为变电所供电的两个电源可来自上级不同的变电所，也可来自上级同一变电所的不同母线。当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏；对于一级负荷中的特别重要负荷，除双重电源供电外，尚应增设应急电源供电，应急电源供电回路应

自成系统，且不得将其他负荷接入应急供电回路；与消防有关的一级负荷采用两路相互独立的380/220V电源至用电点附近经双电源切换箱切换后供电；一级负荷采用两路电源供电、末端自动切换的供电方式；

2 二级负荷的外部电源进线宜采用双回线路供电；当负荷较小时，二级负荷可由一回专用的线路供电；当地下道路由一路电源供电时，二级负荷可由两台变压器各引一路低压回路在负荷端配电箱处切换供电，另有特殊规定者除外；当地下道路由双重电源供电，且两台变压器低压侧设有母联开关时，二级负荷可由任一段低压母线单回路供电；

3 三级负荷宜采用单路电源供电；

4 下列电源可作为应急电源：

- 1) 独立于正常电源的发电机组；
- 2) 供电网络中独立于正常电源的专用馈电线路；
- 3) 蓄电池。

**10.4.3** 变电所配置的变压器容量和台数应符合下列规定：

1 地下道路变电所应选用干式环保节能型变压器，变压器容量和台数应根据负荷情况确定，其中每两台变压器为一组，互为备用；一组中两台变压器的工作方式为两常用；当一台变压器发生故障时，另一台变压器应能满足所有一、二级负荷运行及所有消防负荷正常运行；户外预装式变电站可设置一台变压器；

2 变压器低压侧电压为0.4kV时，单台变压器容量不宜大于2000kVA；预装式变电站变压器容量不宜大于800kVA。

**10.4.4** 供配电系统接线方式应符合下列规定：

- 1 高压侧宜采用单母线分段带母联或不带母联的接线方式；
- 2 低压侧宜采用单母线分段带母联的接线方式。

**10.4.5** 变电所设计应符合下列规定：

1 变电所的型式应根据地下道路分布、规模、周围环境条件和用电负荷的密度综合确定；一、二、三类地下道路应设室内变电所或外附式变电所；四类地下道路或负荷较小的地下道路可设户外预装式变电站；

2 地下道路变电所较多时应设置地下道路配电中心（总变电所）；

3 变电所宜设置在地面；

4 变电所供电半径不宜超过1000m；

5 变电所设计应符合现行国家标准《20kV及以下变电所设计规范》GB 50053的有关规定。

**10.4.6** 无功补偿设计应符合下列规定：

1 宜采用集中补偿结合就地补偿的方式；

2 35kV及以下无功补偿应按照下列要求设计：

- 1) 宜在配电变压器低压侧集中补偿，补偿基本无功功率的电容器组，宜在变电所内集中设置，且补偿电容器的选择应考虑系统谐波电流影响；
- 2) 有高压负荷时宜考虑高压无功补偿；
- 3) 补偿后变电所计量点的功率因数不宜低于0.95。

3 距离变电所较远的用电设备应设置就地补偿，补偿后的功率因数宜达到0.95。

**10.4.7** 电缆敷设应符合下列规定：

1 火灾时需要保证供电的配电线路应采用低烟无卤阻燃耐火铜芯电缆或矿物绝缘耐火铜芯电缆；

2 明敷、暗敷的电缆均应敷设在保护管内时，保护管内径不应小于电缆外径的1.5倍，保

护管的弯曲半径不应小于所穿电缆的最小允许弯曲半径；

3 电缆应选择燃烧性能不低于 B1 级、产烟毒性为 t0 级、燃烧滴落物/微粒等级为 d0 级、腐蚀性等级为 a2 级的电线和 A 级电缆；

4 明敷的导管、电缆桥架，应选择燃烧性能不低于 B1 级的难燃材料制品或不燃材料制品；

5 电力电缆与控制电缆沿线路敷设时，应敷设在桥架内、电缆支架上或电缆沟槽内；

6 同一重要回路的工作与备用电缆，应配置在不同层的支架上；

7 电缆在同一通道中位于同侧的多层支架上敷设时，排列顺序应统一，并宜按电压等级由高至低的电力电缆、强电至弱电的控制电缆由上而下顺序排列。当条件受限时，1kV 及以下电力电缆可与控制电缆敷设在同一层电缆支架上；

8 金属电缆支架应进行防腐处理，并应有电气连接与接地；

9 电力电缆与通信、信号电缆并行明敷时的间距不应小于 150mm；电力电缆与通信、信号电缆垂直交叉的间距不应小于 50mm。

**10.4.8 照明电缆敷设应符合下列规定：**

1 应急照明干线电缆应采用低烟无卤阻燃耐火型铜芯或柔性矿物型绝缘电缆；

2 应急照明支线电缆应采用低烟无卤阻燃耐火型铜芯电缆，并穿金属软管保护；

3 不同电压、不同用途的电缆，不宜敷设在同一电缆桥支架上，若受条件限制需安装在同一层桥支架上，应用隔板隔开。

**10.4.9 防雷与接地设计应符合下列规定：**

1 地下道路应考虑雷电电磁脉冲所引起的过电压；

2 高压进线、母排及出线回路应装设避雷器；

3 低压进线处均应安装电涌保护器；

4 电气系统应采用 TN-S 制保护系统，变电所接地电阻不应大于  $1\Omega$ ；所有用电设备金属外壳、金属构件等均应与接地装置可靠连接，并应形成电气通路。

**10.4.10 地下道路各区段照明亮度设计应符合下列规定：**

1 城市地下道路均应设置照明系统；

2 地下道路照度计算宜按照现行国家标准《LED 城市道路照明应用技术要求》GB/T 31832 附录 F 中规定的计算方法进行照度计算；

3 照明功率密度值的确定应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和现行行业标准《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的有关规定；

4 人行及非机动车道照明眩光限值应符合现行行业标准《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的有关规定。

**10.4.11 照明控制设计宜符合照明控制设计宜符合现行标准《公路隧道照明设计细则》JTG/T D70/2-01 的有关规定，并应符合下列规定：**

1 照明控制宜采用智能控制或自动控制为主、手动控制为辅的控制方式；

2 照明控制应结合洞外亮度、设计交通量、设计速度、气候条件、光源特性等因素设计运营方案；

3 基本照明应 24h 常开，加强照明应根据洞外亮度情况变化全部或部分开启；

4 应急照明不宜调光。

**10.4.12 灯具及光源选择应符合下列规定：**

1 基本照明灯具、加强照明灯具宜采用专用条型 LED 地下道路灯，引道照明宜采用 LED 路灯，灯具整体防护等级不低于 IP65；

2 灯具应采选用高光效、节能型的 LED 光源，使用寿命不宜小于 50000h。

**10.4.13** 照明设计应符合下列规定：

- 1 采用小间距带状布置时应考虑频闪效应；
- 2 出入口加强照明灯具宜在基本照明灯具中间隔布置；
- 3 出入口加强照明灯具宜自洞口开始布设；
- 4 地下道路应急照明和疏散指示标志设计应按照现行国家标准《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 和《建筑防火设计规范》GB 50016 有关规定执行。

**10.4.14** 应提高系统功率因数，并根据工程实际情况选择补偿方式。

**10.4.15** 电力变压器宜采用选用低损耗、低噪声、接线组别为 D，yn11 的环保节能型变压器。经技术经济比较合理时，可选用非晶合金等节能型变压器。变压器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。

**10.4.16** 宜根据 CO、VI 等检测的数据采用智能通风控制系统，宜以自动控制为主、手动控制为辅。

**10.4.17** 抗震设防烈度 6 度及以上地区的城市地下工程必须进行机电工程抗震设防，应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的有关规定。

## 10.5 综合监控

**10.5.1** 综合监控系统应按安全适用、技术先进、经济合理的原则进行设计，并应符合国家现行有关标准规定，实现疏导交通、防灾和救灾功能；综合监控系统主要由中央控制管理系统、交通监控系统、火灾报警系统、紧急电话系统、有线广播系统、无线系统等子系统组成。

**10.5.2** 中央控制系统的组成应符合下列规定：

- 1 中央控制系统宜由计算机网络系统、大屏幕显示系统和系统应用软件等组成；
- 2 中央控制系统各子系统的的功能、控制方式应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 等相关规范的要求；
- 3 中央控制系统应具备监测和控制地下道路运行状况的能力，确保各种设备的正常运行和故障处理，同时，中央控制系统还应具备协调各子系统之间工作的能力，确保整个系统的协同高效运行。

**10.5.3** 车辆检测设备的设计应符合下列规定：

- 1 地下道路出入口、地下道路内分合流点处的车辆检测器应能检测每个车道的的基本交通参数；
- 2 地下道路和匝道入口前均应设置超高检测装置。

**10.5.4** 车道控制设备、信息诱导设备应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 等相关规范的规定。

**10.5.5** 视频监控系统应能实现视频全覆盖，同时对于重点区域实现重点视频监控功能。

**10.5.6** 地下道路内摄像机布置间距不应大于 100m，曲线段及特殊路段宜加密设置。地下道路内宜设置视频事件监测系统。

**10.5.7** 火灾自动报警及消防联动系统应由火灾自动报警及消防联动控制系统、消防电话系统和消防广播系统三个子系统构成。

**10.5.8** 火灾自动报警系统设计应按照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等相关规范执行。

**10.5.9** 消防设备联动控制分为消火栓系统的联动和泡沫-水喷雾灭火系统的联动，应符合以下规定：

- 1 消火栓系统的联动应按现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 执行；

2 泡沫-水喷雾灭火系统应采用两个独立火灾探测器的报警信号进行联动控制。

**10.5.10** 消防电话系统和消防广播系统可与紧急电话广播系统合用。

**10.5.11** 紧急电话系统的设置应按照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 和《建筑设计防火规范》GB 50016 等相关规范执行。紧急电话设置间距不宜大于 100m，当条件受限时可适当增加，但不应大于 150m。

**10.5.12** 有线广播系统的设置应按照现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 及相关规范执行。

**10.5.13** 三类及以上地下道路宜设置无线系统。系统应包含地下道路运维调度对讲、调频广播、公安、消防无线通信等子系统。应根据地下道路长度和设备性价比、施工维护方案等确定无线信号覆盖方式。

**10.5.14** 监控设备的电源箱引入点以及室外信号引入点处均应设置电源和信号防浪涌装置；不间断电源装置的输入端应设置防浪涌装置。

**10.5.15** 综合监控系统应采用联合接地方式，接地电阻不应大于  $1\Omega$ 。

## 11 地下道路附属设施

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 地下道路总平面布置应符合城市的国土空间规划、环境保护和城市景观要求，满足交通功能，方便运营管理，注意节约用地和资源共享。

**11.1.2** 地下道路的建筑应确保地下道路道路交通和设备运营的需要，并满足施工、运营、管理、防灾救援要求，为乘行人员提供安全舒适的通行环境。

**11.1.3** 设备用房及附属设施宜利用地下空间集中布置。管理用房宜设置在地面，条件受限时亦可放置于地下。

**11.1.4** 服务于地下道路的附属用房（监控中心、配电室等管理用房）用地宜纳入道路红线范围内。

**11.1.5** 地下道路的防火设计应综合考虑地下道路内的交通组成、地下道路的用途、自然条件、长度等因素。

**11.1.6** 建筑防火应以防为主、防消结合的原则进行设计。应根据以人为本的思想，设计确保行车安全、结构防护安全、人员疏散安全的防火措施。

**11.1.7** 地下道路内的地下设备用房、风井和消防救援出入口的耐火等级应为一级，地面的重要设备用房、运营管理中心及其他地面附属用房的耐火等级不应低于二级。

**11.1.8** 除嵌缝材料外，地下道路的内部装修应采用 A 级不燃材料。

### 11.2 附属建筑设施设计

**11.2.1** 地下道路运营设备纵向综合布置应符合以下规定：

- 1 在满足设备工艺要求的前提下，地下道路运营设备应采用模数化、分段集中的布置方式；
- 2 设备箱门的规格宜精简，设备箱孔布置应避开变形缝。

**11.2.2** 运营管理中心布置应符合以下规定：

1 长距离及以上地下道路宜设置运营管理中心，中等距离及以下地下道路可按需要设置监控、应急事件处理管理所；

2 运营管理中心应具备地下道路交通管理、电力供给、防灾报警、设备监控以及紧急事件的应急处理和全线信息的集散与交换等功能；

3 运营管理中心宜由中央控制室、设备用房、管理用房、地下道路维护用房、仓库及停车场组成。单独建设的运营管理中心建筑面积宜为 1500m<sup>2</sup>~3000m<sup>2</sup>，单条地下道路宜配备 40-70 名管养人员。对于 2 条及以上地下道路合建的管理中心，在不考虑设备用房的情况下，合建的管理中心每增加一条地下道路宜增加 1000m<sup>2</sup> 的建筑面积；

4 运营管理中心宜布置在城市地下道路引道口附近，便于日常管理及应急处理；

5 运营管理中心的地面建筑设计应与周边环境协调。

**11.2.3** 工作井建筑布置应符合以下规定：

1 盾构或顶管工作井内净尺寸的确定，应与施工工艺配合，满足设备吊运、安装及进、出洞的施工要求，并宜利用工作井内空间，布置消防楼梯（电梯）及管线、通风机房、变电所、泵房等地下道路附属用房；

2 工作井内设置设备用房时，其防火分区面积及安全出口的数量均应满足本标准 11.6.5 条

的要求。仅作为施工的进出洞工作井，可设置 1 处出地面楼梯间。当工作井内车道层至地面高差大于等于 20m 时宜设置消防电梯。

**11.2.4** 附属用房及设施应符合以下规定：

1 通风机房应根据通风工艺要求布置，宜接近主体地下道路；

2 地面风亭、风塔应根据通风工艺及城市景观的要求合理设置。排风塔高度应满足环境保护要求。低排风亭宜与绿化结合，敞开式低风口应设置防护措施。高风塔应设避雷装置和适当的攀爬检修设施；

3 变配电所、消防泵房、雨水泵房、废水泵房应根据工艺要求选址，建筑设计应满足国家和深圳市现行相关规范的规定；

4 变配电所应具备可靠的排水条件，不应设置在地下道路最低点，有人值守的变电所，宜设简易卫生间；

5 地下道路引道口附近宜设置应急、事故车辆停车场，停车位不宜少于 3 个；

6 根据地下道路功能需要，地下道路引道口可设置道口检查亭，与引道口距离不宜小于 30m。检查亭与引道口之间应设置违章车辆出口通道。

**11.2.5** 运营管理中心、设备用房等地面附属用房给排水系统应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的要求。

**11.2.6** 地面附属用房的消防系统设计应符合下列规定：

1 运营管理中心、设备用房等应按照建筑规模，根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的要求配置合适的消防系统；

2 水量、水压符合要求时，管理中心、设备用房等可与地下道路共用一套消防系统；

3 设置于地下的弱电机房、应急电源室、开关站等宜采用气体灭火系统保护。

**11.2.7** 附属设备用房及运营管理中心通风空调设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《电子信息系统机房设计规范》GB 50174 等有关规定。

**11.2.8** 附属设备用房及运营管理中心防排烟系统设计均应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的有关规定及深圳市有关消防规定进行设计。

**11.2.9** 照明功率密度值应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 和《城市道路照明设计标准》CJJ 45 的有关规定。

### 11.3 地下道路洞口光过渡设计

**11.3.1** 地下道路洞口光过渡段可采用人工光过渡、天然光过渡或混合光过渡形式。混合光过渡应采用照明亮度的顺次变化、减光建筑渐次减光，或两者兼用的减光效果，满足地下道路入口段照明的要求。

**11.3.2** 自然光过渡建筑设计应符合下列规定：

1 在地下道路洞口的外侧宜设置自然光过渡建筑。自然光过渡建筑应根据地下道路洞口环境条件在顶部设置合适的减光设施，洞口减光建筑长度应符合表 11.3.2 的要求，以满足不同设计速度下驾驶员对光过渡的生理适应要求；

2 减光设施设计应避免驾驶员在水平线上 20° 夹角范围视野内出现失能眩光。

表11.3.2 洞口减光建筑长度取值

设计速度(km/h)	长度(m)
100	80~150
80	60~120
60	40~60
40	20~40

11.3.3 光过渡洞口侧的接近段可采取以下减光措施：

- 1 植常青树；
- 2 引道段两侧采用冷色调、低反射率材料装修或大幅坡面绿化。

## 11.4 地下道路内装饰

11.4.1 地下道路内装饰应符合以下要求：

- 1 地下道路装修设计宜体现交通性建筑简洁、明快、流畅的特点；
- 2 地下道路装修应考虑防火、防潮、耐腐蚀、抗震；
- 3 装饰设计应符合安全、美观、功能、人性化的原则；
- 4 主体装饰应结合机电设备、交通安全设施、监控可视设备等统筹考虑；
- 5 装饰设计应注意与城市风格、地面道路环境相协调，避免眩光、视觉干扰等不利影响，避免非道路照明设施对汽车驾驶员产生的眩光的阈值增量大于 15%。

11.4.2 地下道路侧墙装饰应符合以下要求：

- 1 墙面色彩宜采用浅色，超长、特长地下道路墙面色彩可分段变化，避免行车视觉疲劳；
- 2 顶板宜采用深色，明露管线及设备宜同色；
- 3 设备箱宜采用统一形式，以模数化的方式布置。消防设备箱及应急电话应有明显的识别标志。安全疏散口应有明显标识；
- 4 侧墙装饰板整体构造应满足防火、耐洗刷、环保等要求。

11.4.3 敞开段侧墙装饰材料应符合下列要求：

- 1 敞开段侧墙装饰板分缝宜铅垂于路面，并结合设备箱预留预埋孔洞设置。设备箱门及手孔宜与侧墙材质一致；
- 2 临空处应设置安全防护措施；
- 3 在地下道路曲线段，侧墙装修与防撞侧石宜采用圆弧面。

11.4.4 城市地下道路顶部主体承重结构及重要设施宜采用防火内衬进行保护，防火内衬保护范围应满足以下规定：

- 1 圆形地下道路拱顶 150°范围；
- 2 矩形地下道路顶板以及顶板下 1.0m 范围内的侧墙部分(含加腋)；
- 3 沉管法地下道路管节、节段接头部位；
- 4 安装地下道路顶风机、应急照明灯具的预埋件范围。

11.4.5 装修材料的选择应符合下列要求：

- 1 除嵌缝材料外，地下道路装修材料应采用 A 级不燃材料；
- 2 地下道路侧墙装修材料宜采用高强、防火、防水、耐腐蚀、耐洗刷、易清洗、耐久性好的材料，漫反射系数不宜小于 70%；

- 3 地下道路侧墙装修材料、防火内衬，耐久年限应达到 25 年以上；
- 4 地下道路内装修材料在日常使用及高温下不得分解出有毒、有害气体。

## 11.5 路面工程

### 11.5.1 地下道路路面设计应符合以下规定：

- 1 地下道路路面铺装应具有足够的强度、稳定性、耐久性、良好的抗变形能力、抗滑和耐磨等性能；
- 2 地下道路路面铺装宜采用复合式路面结构，由沥青混凝土或水泥混凝土面层和水泥混凝土找坡层等结构层组成。

### 11.5.2 复合式路面设计应符合下列规定：

- 1 沥青混凝土面层应具有与水泥混凝土找坡层粘结牢固、满足结构强度、高温稳定性、低温抗裂性、抗疲劳、抗水损坏及耐磨、平整、抗滑、抗车辙、抗剥离、低噪声、阻燃等性能。地下道路内的沥青混凝土路面，宜采用阻燃温拌沥青混凝土；
- 2 沥青混凝土面层宜采用上面层和下面层组成的双层式结构，总厚度不应小于 80mm，沥青混合料配合比、高低温性能、水稳性等要求应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的有关规定。上面层应采用抗滑沥青混凝土，上面层的厚度、混合料类型宜与地下道路外接线道路相同。黏结层的要求应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的有关水泥混凝土桥面沥青铺装、公路沥青路面的规定；
- 3 当地下道路采用水泥混凝土路面时，厚度不宜低于 200mm，结构变形缝处路面应设置横向缩缝或胀缝，在地下道路洞口处应设置胀缝；
- 4 水泥混凝土找坡层厚度不宜小于 80mm，且应按要求设置钢筋网，混凝土强度等级不应小于 C30。

### 11.5.3 地下道路路面设计应符合现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169、现行深圳市地方标准《道路设计标准》SJG 69 等的有关要求。

## 11.6 地下道路防灾

11.6.1 地下道路应具有针对火灾、水灾、地震等灾害的预防措施，防灾设计应以防火灾为主，同一条地下道路（包含其地下配套设备用房）按同一时间内发生一次火灾考虑。

11.6.2 特长地下道路应进行防灾专项设计。

11.6.3 通行机动车的双孔地下道路，其车行横通道或车行疏散通道的设置应符合下列规定：

- 1 水底地下道路宜设置车行横通道。车行横通道的间隔宜为 1000m~1500m；
- 2 非水底地下道路应设置车行横通道。车行横通道的间隔不宜大于 1000m；
- 3 车行横通道应沿垂直地下道路长度方向布置，并应通向相邻地下道路；
- 4 车行横通道的净宽度不应小于 4.0m，净高度不应小于本标准 5.4.3 条的规定；
- 5 地下道路与车行横通道的连通处，应采取防火分隔措施。

11.6.4 双孔地下道路应设置人行横通道或人行疏散通道，并应符合下列规定：

- 1 人行横通道的间隔和地下道路通向人行疏散通道入口的间隔，宜为 250m~300m；
- 2 人行疏散横通道应沿垂直双孔地下道路长度方向布置，并应通向相邻地下道路，人行疏散通道应沿地下道路长度方向布置在双孔中间，并应直通地下道路外；
- 3 人行横通道可利用车行横通道；
- 4 人行横通道或人行疏散通道的净宽度不应小于 1.2m，净高度不应小于 2.1m；

5 地下道路与人行横通道或人行疏散通道的连通处，应采取防火分隔措施，门应采用乙级防火门。

**11.6.5** 单孔地下道路宜设置直通室外的人员疏散出口或独立避难所等避难设施。

**11.6.6** 地下道路内的变电站、专用疏散通道、通风机房及其他辅助用房等，应采取耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和乙级防火门等分隔措施与车行地下道路分隔。地下道路内的综合管廊应采用耐火极限不低于 3.00h 的防火隔墙和甲级防火门等分隔措施与其他部分进行分隔。

**11.6.7** 地下道路内地下设备用房的每个防火分区的最大允许建筑面积不应大于 1500m<sup>2</sup>，每个防火分区的安全出口数量不应少于 2 个，与车道或其他防火分区相通的出口可作为第二安全出口，但必须至少设置 1 个直通室外的安全出口；建筑面积不大于 500m<sup>2</sup> 且无人值守的设备用房可设置 1 个直通室外的安全出口。

**11.6.8** 地下道路承重结构体的耐火极限应符合下列规定：

1 一、二类地下道路和通行机动车的三类地下道路，其承重结构体耐火极限的测定应符合《建筑防火设计规范》GB 50016 的有关要求；对于一、二类地下道路，火灾升温曲线应采用 RABT 标准升温曲线，耐火极限分别不应低于 2.00h、1.50h；对于通行机动车的三类地下道路，火灾升温曲线应采用 HC 标准升温曲线，耐火极限不应低于 2.00h；

2 其他类别地下道路承重结构体耐火极限的测定应符合现行国家标准《建筑构件耐火试验方法 第 1 部分：通用要求》GB/T 9978.1 的规定；对于三类地下道路，耐火极限不应低于 2.00h；对于四类地下道路，耐火极限不限。

## 12 交通安全与运营管理设施

### 12.1 一般规定

- 12.1.1** 城市地下道路应设置系统完善的标志、标线、隔离和防护设施。
- 12.1.2** 当城市地下道路交通标志设置在小半径平曲线或竖曲线等路段时，应满足标志的识认要求，不得被侧墙、顶板、附属设施等遮挡。
- 12.1.3** 城市地下道路的交通标志宜采用主动发光或照明式标志。标志可采用单面发光或双面发光、主动发光和逆反射相结合方式。
- 12.1.4** 当城市地下道路内部空间受限时，交通标志尺寸和位置可根据地下道路内空间状况适当缩减和调整，但不得侵入道路建筑限界。交通标志底部与检修道高差不得小于 2.5m。
- 12.1.5** 城市地下道路应设置反光交通标线，交通标线表面抗滑性能不应低于所在路段路面。交通标线应使用抗滑材料，抗滑值机动车道应不小于 45BPN，人行道应不小于 60BPN。
- 12.1.6** 城市地下道路应避免侧墙装饰板等产生反射光污染，影响交通标志和标线的识别性。
- 12.1.7** 城市地下道路交通标志的设置位置应与照明、监控、管线、通风设备等设施相互协调，交通标志不得被其他设施遮挡。

### 12.2 交通标志标线

**12.2.1** 城市地下道路应根据道路功能、等级设置入口引导标志，并应符合下列规定：

- 1 对于地下快速路和主干路，除下穿路口的地下通道外，应在入口周边 2km 范围内设置入口引导标志；
- 2 对于地下车库联络道应在入口周边 1km 范围内设置入口引导标志；
- 3 入口引导标志应设置在与地下道路连接的道路，以及周边的主干路、次干路的各主要交叉口，且不少于 2 个主要交叉口；
- 4 入口引导标志宜单独设置，除快速路以外的其他类型地下道路，也可结合指路标志以及可变信息标志综合设置。

**12.2.2** 城市地下道路入口前应设置交通标志，并应符合下列规定：

- 1 在地下道路入口前至少 50m 处，宜设置地下道路指示标志；
- 2 宜设置开车灯行驶标志，可与地下道路指示标志合并设置；
- 3 根据交通管理需求，在入口处前应设置限速、限重、限高、限制车型、禁止停车等禁令标志；
- 4 针对限高有特殊要求的城市地下道路，入口前应连续设置 3 次限高警告，条件受限时，不应小于 2 次。各次警告之间应保持一段距离，并应能保证超高车辆及时分流，最后一次应为硬杆型的防撞门架，门架前应设置分流超高车辆的容错车道。

**12.2.3** 城市地下道路在下列位置应设置主动发光或照明式指示标志：

- 1 设置应急停车港湾时，应在应急停车港湾前 5m 设置应急停车港湾指示标志，宜采用双面显示；
- 2 消火栓上方应设置消防设备指示标志；
- 3 紧急电话上方应设置紧急电话指示标志；
- 4 人行横通道指示标志应设置于人行横通道顶部及两侧，底部与检修道高差宜为 2.5m；

5 车行横通道指示标志应设置于车行横通道洞口右侧，底部与检修道高差不应小于 2.5m，且应双面显示。

12.2.4 当城市地下道路出口与地面道路交叉口间的距离较短或地下道路为多点进出时，应在地下道路内设置指路标志。

12.2.5 多点进出的城市地下道路出口指路标志应分级指引，应对前方出口名称、方向、距离进行预告。

1 设计车速大于等于 60km/h 的城市地下道路，出口预告设置应符合国家现行相关标准要求；

2 设计车速小于 60km/h 的地下道路，除地下车库联络道外，应分别在减速车道的渐变段起点前 1km、500m、250m 和起点处设置 1km、500m、250m 出口预告标志和出口预告（行动点）标志。当间距小于 1km 时，可取消 1km 处出口预告标志；

3 地下车库联络道应对前方出口地面道路名称、地块停车库名称、方向、距离进行预告，出口预告标志不宜小于 2 级，并应在出口分流端设置出口确认标志。地下车库联络道内应设置停车库指路标志及停车库入口标志，宜设置停车库空车位数预告标志；

4 多点进出的城市地下道路出口分流端应设置当前出口标志和下一出口预告标志；

5 城市地下道路主线合流点前应设置注意合流标志，并宜设置振荡标线配合标志使用；

6 城市地下道路主线、匝道线形变化较大路段处，应设置引导行驶方向的线形诱导标志，每处设置数量不应小于 3 块，诱导标志宜采用主动发光式标志。

12.2.6 城市地下道路出入口洞口内及洞外 50m~100m 范围内宜设置禁止跨越同向车行道分界线。

12.2.7 城市地下道路连续弯道、视距不良等危险路段宜设置禁止跨越同向车行道分界线。

12.2.8 地下道路封闭段长度小于等于 1km（即为中、短距离地下道路），城市地下道路内部应设置禁止跨越同向车行道分界线。地下道路封闭段长度大于 1km 小于等于 3km（即长距离地下道路），城市地下道路内部可设置禁止跨越同向车行道分界线。地下道路封闭段长度大于 3km（即特长距离地下道路），城市地下道路内部宜设置可跨越同向车行道分界线。

12.2.9 城市地下道路主线以及地下匝道等车行道两侧应连续设置轮廓标，轮廓标设置应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 的规定。

12.2.10 城市地下道路洞门、洞内应急停车港湾的迎车面端部宜设置立面标记。

12.2.11 地下道路事故易发路段前，应设置减速标线等减速措施及相应的警告标志。

12.2.12 当设置限制车行道的行驶速度、控制车行道行驶车辆的类型或指定车行道前进方向、提示出口信息时，可设置相应的路面文字标记。

12.2.13 城市地下道路标线设计应按照现行国家标准《道路交通标志和标线》GB 5768 执行。标线应根据相应道路等级设置车行道分界线、车行道边缘线、出入口标线、导流线等。标线涂料宜采用环保、防滑的反光涂料。

12.2.14 城市地下道路内部的路缘带应设置突起路标，进出洞口的路缘带宜设置突起路标。

12.2.15 城市地下道路当机动车道纵坡坡度大于表 12.2.15 规定时，应在纵坡坡顶前适当位置设置“下陡坡标志”，可用辅助标志说明陡坡的坡度和坡长，也可将坡度值标在警告标志图形上。警告标志的前置距离要求，标志的尺寸、颜色和图形等应符合现行国家标准《道路交通标志和标线》GB 5768 的有关规定。

表12.2.15 城市地下道路机动车道纵坡坡度值

设计速度 (km/h)	20	30	40	60	80	100	120
下坡纵坡坡度 (%)	7	7	7	6	5	4	3

**12.2.16** 城市地下道路内部的禁止跨越同向车行道分界线宜采用振荡标线，车行道边缘线可采用振荡标线。所有标线材料应满足现行国家标准《路面标线涂料》JT/T 280 的有关要求。

### 12.3 安全设施

**12.3.1** 城市地下道路防护设施的设计应符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 的有关规定。

**12.3.2** 城市地下道路的主线分流端部应设置防撞设施。

**12.3.3** 城市地下道路出入口敞开段的护栏端部应采取安全性处理措施。

**12.3.4** 城市地下道路设置非机动车道或人行道时，非机动车道或人行道靠机动车道一侧必须设置护栏隔离。从人行道顶面起，人行道上护栏高度不应小于 1.1m。人行道护栏的构件间最大净距不得大于 0.11m，且不应采用有蹬踏面的结构及不宜悬挂花盆。当城市地下道路检修道兼做人行道或非机动车道时，人行道护栏宜根据管线、防灾等安全运营及管理设施的需求，合理设置护栏活动门。地下道路人行护栏不应安装广告。

**12.3.5** 城市地下道路内部宜设置移动式安全防护设施，如反光交通锥、警示灯、可移动反光警告标志等，以便于城市地下道路发生交通事故后可采取主动防护措施。移动式安全防护设施设置间距可参照消防灭火器的设置间距。移动式安全防护设施的设置位置不应影响交通通行。

### 12.4 智慧交通

**12.4.1** 城市地下道路的感知设施设计应符合下列规定：

1 城市地下道路智慧型感知设施应包括地下道路主体结构健康感知、交通运行状态感知、地下道路综合环境感知、地下道路机电系统运行状态感知等方面；

2 宜部署结构监测设施，实现对裂缝、应力、位移等健康状态指标长期在线动态监测。设计时应针对城市地下道路所处地质条件、受力特点、地下道路类型、周边环境，确定影响结构安全的关键断面及感知设施建设方案；

3 交通运行状态感知设施布设宜实现地下道路内无盲区监测，应包括交通流状态实时采集、交通事件检测、车辆运行状态监控等功能。应综合考虑道路交通量、交通运行特征、环境特征、设备感知距离及精度等因素，进行交通运行感知设备选型及方案设计；

4 综合环境感知设施应部署于洞内、洞外；宜根据地下道路环境监测需求，实时监测洞内有害气体浓度、风速、温度、亮度、雨水水位、火灾、能见度、雨量、路面状况等主要环境因素；

5 机电系统运行状态感知应涵盖地下道路监控、通信、配电、照明、通风、消防等设施的运行状态，宜通过设置各类监控设备和智能仪表对地下道路内安装的机电设备的运行状态进行采集、显示、报警及控制，主要信号应包括重要设备的运行/停止信号、故障信号、设备通信状态、能耗等，智能感知设备宜与地下道路内相应外场设备机箱共设；

6 感知设施应具备联网通信、时钟同步、自诊断与报警等功能，支持系统传输要求，与中心及路侧管理、控制、诱导设施联动，布设时应在满足城市地下道路限界要求前提下，遵循集约布设原则，并避免相互干扰、遮挡。

**12.4.2** 高精度定位及无线通信设施的设置应符合下列规定：

1 具有城市主干路功能的长距离地下道路，宜利用 5G 等技术，为地下道路内车辆提供精准定位服务，动态定位精度应达分米级，定位延时应低于 100ms，结合高精度地图，能准确识别车辆的车速、所在车道、行程时间等信息；

2 在具有车路协同管控、自动驾驶支持的城市地下道路沿线，除光纤网络外，应部署高速率、低时延、高可靠的全覆盖无线网络。

#### 12.4.3 智慧型管控与诱导设施的设置应符合下列规定：

1 中等距离及以上城市地下道路宜设置可变信息板、可变限速标志、车道指示器等，根据交通运行状态、交通事件、洞外环境等，实时发布车道级交通管控、动态限速、路径诱导、风险预警、特殊事件疏散等实时信息；

2 交通量较大或运行风险较高的城市地下道路，宜设置智慧信标、洞口诱导灯、侧壁诱导灯等智慧型交通安全防护及警示设施，通过颜色变化提供拥堵、风险等预警信息；

3 城市地下道路出入口匝道宜设置交通信号灯、诱导灯，出入口信号灯宜与地面信号灯进行协同控制；

4 无机非隔离设施的混行式地下道路，宜在机非分隔标线或路缘石边缘增设主动发光型视觉诱导灯；

5 智慧型管控与诱导设施应与感知设施实现数据融合，与运营管理中心及平台实现联动；

6 考虑车路协同发展需求，管控与诱导设施应具备向车辆发送当前发布内容、灯态等功能。

#### 12.4.4 智慧型运营管理中心的建设应符合下列规定：

1 城市地下道路或地下道路群路段应设置综合运营管理中心，项目级运营管理中心应与区域级、市级城市道路交通运营管理中心实现数据互通、协同管控；

2 运营管理中心应设置云控平台，应具备支持各外场设备数据接入、数据存储、计算处理、监测管控、信息发布等能力，所有设备应实现数据上云、云端管理；

3 运营管理中心宜综合相邻路段、关联区域交通流运行状态，实现地下道路实时交通流监测、事件检测、策略制定、一路多方联动等，通过智慧型管控诱导设施进行车道级交通管控诱导与应急管理；

4 运营管理中心应具备重要基础设施与关键机电设备状态实时监测及分析、用能监测、节电管理、维修及养护策略制定、管养人员安全及业务管理等功能；

5 运营管理中心应兼容各类外场设备的通信协议，实现外场设备通过不同协议的连接和管理功能；

6 运营管理中心应根据系统部署、应用情况及实际需求，宜按照二级及以上等保要求部署网络及信息安全设施，保障物理和环境安全、网络和通信安全、设备和计算安全、应用及数据安全。

## 13 节能设计与环境保护

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 城市地下道路设计应注重环境和资源节约，应在满足安全、经济、可靠的原则下，体现节能环保，宜选择高效、低能耗的设备系统，对通风、照明能耗大的设备应全面的节能设计。

**13.1.2** 城市地下道路设计应考虑噪音、尾气和污水对周边环境的影响，并采取相应的预防和缓解措施。

### 13.2 节能设计

**13.2.1** 各设备系统宜具备智能节能控制接口。

**13.2.2** 变电所应靠近负荷中心设置，以缩短低压供电线路长度，并应合理选择导线截面，降低线路损耗。

**13.2.3** 地下道路通风应优先采用智能通风控制系统，地下道路内风机启动应根据 VI、CO 等数据以自动控制为主、手动控制为辅，在夜间或交通低峰等车流量稀少的情况下，风机可部分启动或者全部停止运行。

**13.2.4** 地下道路基本照明应采用高效节能的 LED 照明灯具，并应采用智能调光系统，根据地下道路交通量的大小和洞内外亮度进行调光，实现有效节能。

**13.2.5** 地下道路加强照明应采用智能照明控制系统，根据室外亮度、交通量变化等实现灯具的自动调光或开启数量控制；同时应在地下道路出入口设置有效的减光措施，以减少加强照明的电气负荷数量，减少电能消耗。

**13.2.6** 地下道路雨水泵、废水泵房选用的水泵在设计扬程时应在高效区运行，在最高工作扬程和最低工作扬程的整个工作范围应能安全稳定运行。

**13.2.7** 城市地下道路运营设施应考虑采用节能型新技术、新设备。

### 13.3 环境保护

**13.3.1** 城市地下道路敞口段穿越城市密集区时，应根据环评报告要求设置声屏障等降噪措施。

**13.3.2** 城市地下道路排水应采取雨污分流，污水应接入城市污水管网。

**13.3.3** 城市地下道路应根据道路等级、长度、宽度和环评报告要求确定是否设计废气收集和处理装置。

**13.3.4** 城市地下道路设计宜根据周边环境保护等级要求选择机械式开挖工艺，施工期间废弃物应满足环境保护相关要求。

## 14 地下道路工程信息模型

### 14.1 一般规定

14.1.1 地下道路工程信息模型各阶段的设计和应用要求应符合国家、广东省及深圳市相关标准的有关规定。

14.1.2 地下道路工程信息模型由模型元素组成，设计和交付过程应以模型元素作为基本对象。

14.1.3 地下道路工程信息模型应能够通过模型元素命名、分类编码和颜色快速识别模型元素所表达的工程对象。

14.1.4 地下道路工程信息模型的分类型编码应符合现行行业标准《公路工程信息模型应用统一标准》JTG/T 2420 的有关规定，并应与有关深圳市现行标准保持一致。

14.1.5 地下道路设计中宜使用模型进行可视化分析、方案比选、碰撞检查、出图和工程量统计。

### 14.2 模型要求

14.2.1 地下道路工程信息模型宜包含地下道路、附属设施、交通安全设施及运营设施。

14.2.2 地下道路工程信息模型宜包括几何信息和属性信息，几何信息宜包括几何图形和空间位置，属性信息宜包括身份信息、定位信息、构造尺寸和设计信息。

14.2.3 模型精细度等级代号及要求应符合表 14.2.3 的规定。

表 14.2.3 模型精细度等级

名称	代号	形成阶段
初步设计模型	L200	初步设计阶段
施工图设计模型	L300	施工图设计阶段

14.2.4 各级模型精细度对应的几何表达要求应符合表 14.2.4 的规定。

表 14.2.4 模型几何表达要求

代号	几何表达要求
L200	应体现地下道路工程对象的整体与重要局部的尺寸、形状、颜色、位置和方向等主要外观的几何特征信息
L300	应满足建造、施工安装、采购等精细识别需求，体现地下道路工程对象的整体与主要局部的尺寸、形状、颜色、位置、方向和细节刻画等主要外观的几何特征信息

14.2.5 地下道路工程信息模型初步设计和施工图设计阶段属性信息的交付要求应符合现行深圳市标准《市政道路工程信息模型设计交付标准》SJG 90、《市政桥涵工程信息模型设计交付标准》SJG 91、《市政隧道工程信息模型设计交付标准》SJG 92、《综合管廊工程信息模型设计交付标准》SJG 93 等的有关规定。

### 14.3 交付与审核

14.3.1 地下道路工程信息模型设计交付成果的内容和深度应满足设计阶段的需要。

14.3.2 地下道路工程信息模型的交付成果应包括模型、工程图纸和属性信息表等。

14.3.3 工程图纸宜基于地下道路工程信息模型生成，并应符合国家和行业相关制图标准规范的规定。

**14.3.4** 属性信息表宜采用数据库或表格形式进行交付。

**14.3.5** 地下道路工程信息模型交付前应进行模型审核并出具模型审核报告。

**14.3.6** 模型审核报告应具备模型基本描述、交付单位、审核单位、审核人员、审核日期、审核过程、审核意见与审核结果等内容。

**14.3.7** 地下道路工程信息模型的交付应采取措施保障信息安全。

## 本标准用词说明

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002
- 2 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB 55003
- 3 《混凝土结构通用规范》 GB 55008
- 4 《建筑与市政工程防水通用规范》 GB 55030
- 5 《室外给水设计标准》 GB 50013
- 6 《室外排水设计标准》 GB 50014
- 7 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 8 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 9 《建筑照明设计标准》 GB 50034
- 10 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB 50053
- 11 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》 GB 50086
- 12 《地下工程防水技术规范》 GB 50108
- 13 《火灾自动报警系统设计规范》 GB 50116
- 14 《内河通航标准》 GB 50139
- 15 《地铁设计规范》 GB 50157
- 16 《电子信息系统机房设计规范》 GB 50174
- 17 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 18 《城市工程管线综合规划规范》 GB 50289
- 19 《城市道路交通设施设计规范》 GB 50688
- 20 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 21 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB 50974
- 22 《建筑机电工程抗震设计规范》 GB 50981-2014
- 23 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB 51251
- 24 《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB51251
- 25 《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》 GB51309
- 26 《地下综合管廊运行维护及安全技术标准》 GB 51354
- 27 《城市地下综合管廊运行维护及安全技术标准》 GB 51354
- 28 《道路交通标志和标线》 GB 5768
- 29 《爆破安全规程》 GB 6722
- 30 《LED 城市道路照明应用技术要求》 GB/T 31832
- 31 《混凝土结构耐久性设计标准》 GB/T 50476
- 32 《沉管法隧道设计标准》 GB/T 51318
- 33 《地下结构抗震设计标准》 GB/T 51336
- 34 《盾构隧道工程设计标准》 GB/T 51438
- 35 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
- 36 《种植屋面工程技术》 JGJ 155
- 37 《城市道路工程设计规范》 CJJ 37
- 38 《城市道路照明设计标准》 CJJ 45
- 39 《城镇道路路面设计规范》 CJJ 169

- 40 《城市道路路线设计规范》 CJJ 193
- 41 《城市地下道路工程设计规范》 CJJ 221
- 42 《路面标线涂料》 JT/T 280
- 43 《公路水下隧道设计规范》 JTG/T 3371
- 44 《公路隧道照明设计细则》 JTG/T D70/2-01
- 45 《公路隧道通风设计细则》 JTG/T D70/2-02
- 46 《公路隧道设计细则》 JTG/T D70
- 47 《电力电缆线路运行技术规程》 DL/T1253
- 48 《电力电缆线路运行规程》 DL/T 1253
- 49 《城市轨道交通既有结构保护技术规范》 DBJ/T 15-120
- 50 《城市轨道交通既有结构保护技术规范》 DBJ/T 15-120
- 51 《城市桥梁隧道结构安全保护技术规范》 DBJ/T 15-213
- 52 《城市地下联系隧道防火设计规范》 DB 11/T 1246
- 53 《涉河建设项目防洪评价和管理技术规范》 DB4403/T 118
- 54 《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》 JTG 3370.1
- 55 《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》 JTG D70/2
- 56 《水工隧道设计规范》 SL 279
- 57 《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》 TB 10182
- 58 《建筑工程交通设计及停车库（场）设置标准》 DG/TJ 08-7
- 59 《道路隧道设计规范》 DG/TJ 08-2033
- 60 《深圳市基坑支护技术规范》 SJG 05
- 61 《深圳市道路工程建筑废弃物再生产品应用技术规程》 SJG 48
- 62 《深圳市道路设计标准》 SJG 69
- 63 《市政道路工程信息模型设计交付标准》 SJG 90
- 64 《市政隧道工程信息模型设计交付标准》 SJG 92
- 65 《综合管廊工程信息模型设计交付标准》 SJG 93
- 66 《市政道路管线工程信息模型设计交付标准》 SJG 94

深圳市工程建设地方标准

城市地下道路工程设计标准

**SJG 212 - 2026**

条文说明

## 制 订 说 明

为贯彻住房和城乡建设部和深圳市委市政府工作部署,深入推进“标准+”战略,构建工程建设领域国际化、高质量的“深圳标准”体系,提升深圳市城市地下道路工程建设水平,标准编制组借鉴国际化城市地下道路设计的成功经验和绿色、低碳、智慧的城市发展理念,经充分研究,认真总结实践经验,参考有关标准,并在广泛征求各方意见和专家审查后形成本标准。

为便于设计、施工、管理和维护单位的相关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

需要说明的是,由于地下人行和非机动车专用道路与地下机动车道使用功能和指标差异较大,目前研究成果尚少,故本标准适用于新建和改扩建的城市地下道路工程设计,不包括人行及非机动车的专用地下道路,该部分内容尚需进一步研究。另外,智慧交通以智能交通系统为基础,整合物联网,大数据,云计算和人工智能等高新技术,对人、车、路和环境四个要素进行综合感知,协同互联和高效服务,涵盖的内容非常广泛,尚需进一步深入研究。

# 目 次

1	总则	65
3	基本规定	66
3.1	一般规定	66
3.4	设计速度	66
3.5	设计工作年限	66
5	道路横断面	67
5.1	一般规定	67
5.2	横断面布置	67
5.3	横断面组成及宽度	68
5.4	建筑限界	68
6	平面和纵断面设计	69
6.1	一般规定	69
6.3	停车视距	69
7	道路出入口	70
7.1	一般规定	70
7.2	出入口间距	70
7.3	分合流设计	70
7.4	变速车道设计	71
7.5	地下道路与地面道路衔接	71
8	地下道路与城市设施协同设计	72
8.2	地下道路与公路、铁路、城市轨道交通等立体交叉协同设计	72
8.3	地下道路与城市管网、管廊等立体交叉协同设计	73
8.4	地下道路与穿越河流水系、航道等立体交叉设计	74
8.5	地下道路与地下车库、交通综合体的衔接设计	74
9	地下道路主体结构	75
9.3	明挖及堰筑法地下道路主体结构	75
9.4	盾构法地下道路主体结构	75
9.5	矿山法地下道路主体结构	76
9.6	沉管法地下道路主体结构	77
9.8	防水	79
9.9	耐久性设计	80
10	地下道路运营设施	81
10.2	通风与排烟	81
10.3	给排水及消防	81
10.4	供电与照明	82
10.5	综合监控	82
11	地下道路附属设施	84
11.1	一般规定	84

11.3	地下道路洞口光过渡设计.....	85
11.4	地下道路内装饰.....	86
11.6	地下道路防灾.....	86
12	交通安全与运营管理设施.....	89
12.1	一般规定.....	89
12.2	交通标志标线.....	89
12.3	安全设施.....	90
12.4	智慧交通.....	91
13	节能设计与环境保护.....	92
13.1	一般规定.....	92
13.3	环境保护.....	92
14	地下道路工程信息模型.....	93

# 1 总 则

**1.0.1** 本条说明了标准的制定目的。

**1.0.2** 本条规定了标准的适用范围，本标准适用于新建和改扩建的城市地下道路工程设计，不包括人行及非机动车的专用地下道路。

**1.0.3** 本条对城市地下道路工程设计需遵循的共性要求进行了规定，强调了安全、经济和环境的协调统一，提出了低碳环保、以人为本、可持续发展的原则。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.2** 与地面道路不同，城市地下道路通车运营后需要长期开启照明、通风、监控等大量附属设施设备来保障正常运营，因此，城市地下道路总体设计需重视对节能环保的考虑，优先选用高效、低能耗的设备系统，对通风、照明等能耗较大的设备需采取全面节能设计。照明控制建议采用可根据交通流量情况调整的节能控制方式。城市地下道路的给水设计需符合综合利用、节约用水要求。各类水泵建议具备智能控制功能，可根据条件变化自动启停水泵，降低能耗。城市地下道路在设计、施工过程中对废气、噪声、污水以及固体废弃物等需采取全面污染防治设计。废气、噪声、污水以及固体废弃物处置，需符合环境保护要求。

### 3.4 设计速度

**3.4.2** 现行行业标准《车库建筑设计规范》JGJ 100 中明确规定地下车库出入口不应直接连接城市快速路，不宜与城市主干路连接，即地下车库一般与次干路、支路进行连接，而次干路和支路的设计车速一般为 30km/h~40km/h，地下车库内部限速一般为 5km/h，因此，地下车库联络道的设计速度需介于上述两者之间。

由于地下车库联络道上接入车库的出入口较多，过高运行速度会带来较大的行车安全隐患。此外，在具体布置连接地下车库的车行通道时，通常需要在有限区域空间内将各地块车库串联起来，设计速度过大会造成道路线形展线困难，难以满足工程建设需求。综合考虑行车安全和工程建设可行性等多方面因素，本标准将地下车库联络道的设计速度规定为 20km/h。我国北京金融街、无锡锡东新城高铁商务区以及武汉王家墩商务区等地下车库联络道设计速度都为 20km/h。

当然如果条件允许，接入出入口较少时，经技术论证比较，可以适当提高设计速度，一般不超过 30km/h。

**3.4.3** 本条根据现行行业标准《城市道路工程设计规范》CJJ 37 确定。

### 3.5 设计工作年限

**3.5.2** 城市地下道路的路面受自然影响小，基底一般设置有钢筋混凝土底板，地基稳定性好且强度较高，其设计工作年限比地面道路更长。故比照地面道路路面结构的设计使用年限，本标准对城市地下道路的路面设计使用年限统一为：沥青混凝土路面不小于 15 年，水泥混凝土路面不小于 30 年。

## 5 道路横断面

### 5.1 一般规定

**5.1.3** 城市地下道路受制于车速、车型、地方标准、隧道长度、排烟方式等客观因素的影响，盾构法隧道横断面的设计呈现多样化，盾构横断面的设计能否统一，对节约工期、提高安全性、循环使用、降低造价等方面有重要意义。为实现大盾构尺寸的标准化、通用化，并使盾构断面设计更加包容，同级别同类型地下道路盾构断面有关设计指标宜统一。具体建议如下：

**1** 车道宽度：车道宽度一般根据车型、速度有“一般值”、“最小值”，考虑到包容性，建议均采用“一般值”；

**2** 疏散楼梯最小宽度：行标 0.8m，建规模糊 1.2m。考虑到盾构圆形结构特点，楼梯宽度增加盾构内径将增大许多，则其规模增大、造价增大，建议统一 0.8m 疏散楼梯宽度；

**3** 车行横通道：受工法限制、安全性考虑，盾构法多层隧道建议不考虑车辆横通道，仅在工作井设置车辆横通道，盾构段采取“弃车保人”策略；

**4** 排烟风道：连续长度超过 3km 的盾构隧道，宜设置重点排烟风道，根据火灾规模、汽车类型以及车速等多重因素考虑风道面积；

**5** 应急车道：在城市地下快速路设计中，盾构两车道设置应急停车港湾实施难度高、造价高、安全系数低，建议均采用“2+1”车道，应急车道采用 2.5m。

### 5.2 横断面布置

**5.2.1** 随着我国经济和城市化建设进一步发展，许多城市核心区域人口和开发建设高度密集，大规模地下空间的开发和利用已成为城市核心区建设的必然趋势。由于高密度、高强度、高品质的集中开发导致了不同特征交通的集聚，除配套建设发达的地面交通系统外，建设地下交通系统已成为现代化城市建设的重要举措。为缓解城市土地资源日益紧张的状况，满足各种交通疏解的需要，地下道路与轨道交通、综合管廊、低影响开发设施、环保设施、地上杆线、地下管线、慢行系统及公共交通等一体化设计是城市核心区提升环境品质和改善交通拥堵的新途径。

当前大城市交通拥堵越益引起人们的关注，地面空间交通资源再挖掘较为困难。未来建立城市立体交通系统，地下轨道交通和地下道路将成为缓解交通压力的必然发展方式，地下道路和地下轨交线位常用会有重叠的部分，轨交站点区域地下空间与地下道路空间部分重叠。因此，城市核心区地下道路与轨道交通一体化设计是统筹考虑地下道路，轨交交通同步建设，避免地下交通工程重复开挖，构筑城市新型综合生态立体交通系统的一条途径。

隧道作为道路重要构造物之一，长期以来受造价、安全、管理、设计规范的制约，对是否考虑及如何设置慢行交通功能一直存在分歧，导致很多隧道在通车伊始就出现机非混行的局面，存在较大的安全隐患。城市核心区地下道路与慢行系统一体化设计可分别满足快速交通和慢行交通的需求，改善交通秩序，增加通过效率。

随着城市化建设的推进，未来城市核心区的发展对公共空间的品质要求越来越高。公共空间为文旅休闲区时，对地面景观要求较高，为释放地面空间，营造地面无车化环境，其功能布局逐渐向立体化方式发展。将主要人行出口及车行道路在地下设置时，考虑将道路下沉与地下公共交通一并设置，可以减少换乘距离、提高舒适性，方便游客出行，满足地下接驳设施人性化衔接要求，充分利用地下空间。因此，城市核心区地下道路与公共交通一体化设计是地下空间集约化设

计、打造高品质公共空间、实现人车分离的一条途径。

**5.2.2** 本条根据现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 211 确定。

城市地下道路的横断面布置形式多样，在设计时可从是否要满足大型车辆（如公交、货车）通行，能否便于两端接线路网的交通疏解和地下道路内部空间利用等角度进行各种可能方案比选，合理确定地下道路横断面形式。

**5.2.3** 本条根据现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 211 确定。

### 5.3 横断面组成及宽度

**5.3.10~5.3.11** 城市地下道路工程造价高，横断面尺寸微小的增加都会带来巨大的工程造价，且对于越来越复杂的地下建设条件而言，采用较宽且连续的紧急停车带或将影响工程的可实施性，同时对于以小客车专用地下道路来说，采用较宽且连续的紧急停车带也会造成地下空间资源的浪费。因此，城市地下道路连续式紧急停车带的设置宽度和形式需根据设计速度、服务车型对象、设计的预期发挥功能、经济成本以及工程可实施性等方面综合论证确定，尤其又以预期发挥的功能密切相关，建议在功能定位的设定时可适度超前但不可盲目追求功能全面。

**5.3.12** 城市地下道路当设置连续式紧急停车带困难时，可设置应急停车港湾，供故障车辆紧急停靠。

关于应急停车港湾设置间距，不是一个固定值，而是需综合考虑工程的可实施性和建设条件，避免设置在地质条件差的位置。对于特长、交通量大的城市地下道路需适当加密应急停车港湾的设置。多点进出的城市地下道路也可利用变速车道两端合理布置应急停车港湾。应急停车港湾的设置还受施工工法影响，当条件受限时可不设，但需采取其他措施。城市地下道路设置应急停车港湾后需加强对通风的设计。

### 5.4 建筑限界

**5.4.2** 小客车专用地下道路的设计净高最小值规定为 3.2m，能够保证小客车和应急救援车辆的通行，此标准不可再进一步压缩，否则或将影响消防车辆的正常运行。

## 6 平面和纵断面设计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 城市地下道路的平面线型指标选取需综合考虑确定。

对于上下行交通分离的独立双洞，在平面线形布置时需保证两洞的最小净距，避免过近导致两洞结构彼此产生相互不利影响，或导致地面较大沉降和结构较大变形等。

对于近接工程，在条件限制无法保证两项目独立实施的最小安全净距时，需考虑结构共建思路，并做好充分的方案比选论证及安全评估工作。

**6.1.2** 城市地下道路的纵断面线形设计还需考虑结构顶部覆土厚度，深圳市地下道路均需考虑作为人防工程的功能，因此除考虑地下管网、地质条件、结构安全、施工工艺等因素外，还需考虑防空工程的最小覆土要求。

**6.1.3** 地下道路空间封闭，侧墙和顶部对驾驶人的行车视线影响较大，同时平纵组合效应对视线的影响比地上道路更强烈，因此，城市地下道路设计需注重平纵横组合效应对行车视线的影响。保证足够的行车视距，线形流畅，能够自然诱导驾驶人视线。如地下道路范围内布置有慢行系统，视距要求还包含了非机动车道的视距也需满足相应要求。

**6.1.4** 地质条件对隧道的安全施工及运营影响巨大，因此本条强调城市地下道路宜避免穿越工程地质、水文地质特别复杂和严重不良的地质段，但也考虑到城市地下道路大多情况下可选择的走廊带非常有限，因此提出当必须通过时，需有切实可靠的工程措施。对于穿越现状建筑物区域，则会有较大的社稳风险，因此除有切实可靠的工程措施，还需要在前期研究阶段充分征求利益相关方意见，确保工程顺利推进。

### 6.3 停车视距

**6.3.1** 国家标准《城市道路交通工程项目规范》GB 55011-2021 与行业标准《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012 中关于停车视距的规定数值一致，但《城市道路交通工程项目规范》实施后，《城市道路路线设计规范》CJJ 193-2012 规定的该条文已废止。

## 7 道路出入口

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 城市地下道路的出入口布置除考虑工程技术难度外，还需要考虑出入口位置的社会影响，如噪音、尾气等对附近小区的影响，因此此条文相对行标增加了关于周边环境的考虑。

**7.1.2** 结合我国“靠右行驶”的模式，将出入口设置在道路右侧更为安全，但确因条件受限时可设置左侧入口，但需尽可能避免设置左侧出口。同时需做好交通组织，通过设置辅助车道及完善的交通工程措施等手段来提高左入口的行车安全。如可设置足够长度的辅助车道，辅助车道的具体要求需符合现行的相关标准要求；增加入口识别视距；设置入口警告标志，提醒告知驾驶人前方左侧存在汇流车辆，交通标志宜采用光电式。

### 7.2 出入口间距

**7.2.2** 本条规定是针对出入口设置在道路主线右侧的情况，但在特殊情况下地下道路还存在左侧进入，形成左进右出组合形式的出入口，这种情况下需要交织的车道数增加，必然导致交织距离增长，其间距需增大，具体情况建议根据实际预测交通量进行测试分析，给出实际所需的距离，保证长度满足交织要求。

**7.2.3** 本标准表 7.2.2 给出了出入口间距最短要求，当不满足该距离要求时，需设置辅助车道，但是当出入口间距很短，同时交织流量比较大时，可能即使设置辅助车道后也会不满足要求。因此，建议对于距离小于表 7.2.2 时，设置辅助车道后，还需进行交织区的通行能力验证，以保证交织需求，必要时需优化调整或取消出入口的设置。

**7.2.4** 地下车库联络道需在有地块接入侧设置辅助车道，当两侧均有接入地块时，宜采用“主线车道+两侧辅助车道”布置形式；仅有单侧接入地块，宜采用“主线车道+单侧辅助车道”布置形式。

地下车库联络道内部接入口最小间距宜按下表 1 控制：

表1 地下车库联络道内部接入口最小间距

控制要素	最小间距 (m)
满足安全停车视距	20
满足接入口识别视距	20
满足交通标志设置距离	31
分离右转冲突重叠区域	30
满足接入道路出口道的通行能力要求	22
接入间距推荐值	30

### 7.3 分合流设计

**7.3.1** 分合流区域交通运行环境复杂、车辆变换车道频繁、车速变化大，导致该区域通常是事故多发点。如该区域存在小半径平曲线、竖曲线或者平纵组合不良等情况，都会造成行车视距不

良问题，增加行车安全隐患，更容易引发交通事故。因此，需避免在这些可能引起视距不良的路段设置出入口。

**7.3.2、7.3.3** 考虑到地下道路制约因素较多，地下道路行车环境、驾驶人视线等都相对较差，为充分保证地下道路的行车安全，地下道路的出入口识别视距较地面道路要求更高。同时，需注意在出入口区域内主线的竖曲线半径也需采用满足视觉需要的数值。

**7.3.4** 地下道路的合流段建议采用物理隔离，分隔设施颜色宜醒目、能反光，具体还需符合现行国家标准《城市道路交通设施设计规范》GB 50688 的有关规定，且注意隔离设施的高度，自身不能影响行车视距。

**7.3.5** 进入地下道路时，光线明暗过渡，驾驶人通常需要一个视觉适应过程，为减少在这段适应过程范围内主线车辆行车受干扰，提高入口附近的行车安全，故规定在这个过渡适应范围内避免设置合流点。

## 7.4 变速车道设计

**7.4.4** 平行式变速车道渐变段的长度虽然现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 中给出了两种计算方法，但结合现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152 中的分析来看，采用两种方法计算出来的数值都不尽合理，故建议采用现行行业标准《城市道路交叉口设计规程》CJJ 152 中综合各种因素中给出的规定值，具体如下表 2 所示：

表2 平行式变速车道渐变段的长度

设计速度 (km/h)	100	80	60	50	≤40
平行式变速车道渐变段长度规定值 (m)	60	50	45	40	40

## 7.5 地下道路与地面道路衔接

**7.5.2** 城市地下道路出洞口与邻接地面道路出口匝道减速车道渐变段起点的距离需满足设置出口预告标志的需要。当条件限制时，不应小于 1.5 倍主线停车视距，除需满足最短距离外，还需采取一些安全保障措施，如在地下道路洞内连续设置出口预告标志，提醒驾驶人前方出口匝道，或在地下道路出口与出入口匝道之间设置减速振动带，以强化提示前方出口。

**7.5.3** 对于地下道路出洞口后，与前方交叉口尤其是信号控制交叉口的距离仍需要考虑排队和交织长度的要求，从对交叉口的交通影响来看，地面下道路出洞口与高架匝道接入地面类似，差异不大。因此，对于地下道路出洞口接地点与地面道路的交叉口距离可采用快速路规程的规定。即：地下道路出洞口接地点进入地面道路交叉口停车线的距离宜大于或等于 140m，困难路段不小于 100m；地下道路出洞口接地点离开地面道路交叉口缘石切点处距离一般采用为 50m~100m。

对于重要交叉口，宜接入进行专项的交通组织设计，评价地下道路出入口接入交叉口时，对交叉口的通行能力影响，优化布置接入点。

## 8 地下道路与城市设施协同设计

### 8.2 地下道路与公路、铁路、城市轨道交通等立体交叉协同设计

**8.2.6** 为保证城市桥梁隧道结构的安全和正常使用，控制城市桥梁隧道结构一定范围内的外部作业是较有效的措施。现行广东省标准《城市桥梁隧道结构安全保护技术规范》DBJ/T 15-213 中要求外部作业与城市桥梁隧道的净距控制值宜符合表 3 规定，当外部作业位于净距控制值范围内时，需加强管理，编制安全保护专项方案。

表3 城市桥梁隧道结构安全净距管理值

外部作业	结构类型	隧道	桥梁
	基础桩*		≥3.0
基坑围护桩、地下连续墙*		≥9.0	≥6.0
钻探孔*		≥3.0	≥3.0
锚杆、锚索、土钉（末端）*		≥6.0	≥6.0
存放易燃物料（非易爆物）		—	≥20.0
冲孔、震冲、挤土*		≥20.0	≥20.0
船只抛锚、拖锚作业		≥100.0	≥100.0

**8.2.8** 同济大学、上海铁路局等单位在《道路不同结构形式下穿工程对高速铁路桥梁的影响》课题中对不同桩径、不同桩间距对铁路桥梁桩基的影响进行了研究。研究发现在地质条件较好的地层中，当钻孔桩与高速铁路桥梁的距离超过 4D 后，钻孔桩施工对高速铁路桥梁的影响已很小，在地质条件差的地层中，距离超过 6D 后，钻孔桩施工对高速铁路桥梁的影响较小，在深厚软土层中，两者距离大于 8D 后，钻孔桩施工对高速铁路桥梁的影响较小。

**8.2.9** 城市轨道交通是保证城市正常活动秩序的重要交通系统，在城市轨道交通沿线的外部作业不得影响城市轨道交通结构的安全和正常使用。为此，现行行业标准《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202 对外部作业与城市轨道交通的安全距离规定如表 4 所示：

表4 城市轨道交通结构安全净距管理值

外部作业	城市轨道交通既有结构类型	地下结构	地面结构	高架结构
	基础桩*		≥3.0	≥3.0
基坑围护桩、地下连续墙*		≥9.0	≥6.0	≥6.0
钻探孔*		≥9.0	≥6.0	≥6.0
锚杆、锚索、土钉（末端）*		≥6.0	≥6.0	≥6.0
起重、吊装设备		—	≥10.0	≥6.0
搭建棚架及宣传标志		—	≥10.0	≥10.0

续表4

外部作业	城市轨道交通既有结构类型		
	地下结构	地面结构	高架结构
存放易燃物料（非易爆物）	—	≥20.0	≥20.0
冲孔、震冲、挤土*	≥20.0	≥20.0	≥20.0
浅孔爆破	≥20.0	≥20.0	≥20.0

注：1 \*指外部作业与城市轨道交通结构外边线之间的水平投影净距；  
2 外部作业采用爆破法实施时，需根据爆破专项安全评估成果确定净距控制值；  
3 采用先进爆破技术时，浅孔报指标可通过试验确定。

城市轨道交通结构安全的控制值需根据工程具体情况确定，综合考虑轨道交通结构的现状和运营安全要求等确定，并应符合表5规定：

表5 城市轨道交通结构安全控制指标

安全控制指标	控制值	安全控制指标	控制值
隧道水平位移	<15mm	轨道横向高差	<4mm
隧道竖向位移	<15mm	轨向高差（矢度值）	<4mm
隧道径向收敛	<15mm	轨间距	<+6mm >-4mm
隧道轴线变形曲率半径	>15000m	道床脱空量	≤5cm
隧道变形相对曲率	<1/2500	振动速度	≤2.0cm/s
盾构管片接缝张开量	<2mm	盾构管片裂缝宽度	<0.2mm
隧道结构外壁附加荷载	≤20kPa	其他混凝土构件裂缝宽度	<0.3mm

注：表中数值为未考虑城市轨道交通既有结构发生变形或病害情况下的安全控制值，如既有结构已发生变形或病害，则需根据现状评估取值。

### 8.3 地下道路与城市管网、管廊等立体交叉协同设计

**8.3.1~8.3.2** 城市地下道路设计施工之前需收集完整详实的地下管线资料，并与地下管线保证适当的安全距离，城市地下道路与地下管线之间的距离控制要求可以参考现行国家标准《城市工程管线综合规划规范》GB 50289的规定执行，具体要求如下：

1 城市地下道路与直径不大于200mm的给水管线间宜有1.0m以上净距，与直径大于200mm的给水管线间宜有3.0m以上的净距；

2 城市地下道路与雨水、污水管线间宜有2.5m以上的净距；

3 城市地下道路与再生水管线间宜有1.0m以上的净距；

4 城市地下道路与低压燃气管线宜有0.7m以上的净距，与B级中压燃气管线宜有1.0m以上的净距，与A级中压燃气管线宜有1.5m以上的净距，与B级次高压燃气管线宜有5.0m以上的净距，与A级次高压燃气管线宜有13.5m以上的净距；

5 城市地下道路与直埋热力管线间宜有3.0m以上的净距；

6 城市地下道路与电力管线间宜有0.6m以上的净距；

7 城市地下道路与直埋通信管线间宜有1.0m以上的净距，与管道、通道通信管线宜有1.5m以上的净距。

**8.3.4** 综合管廊是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”工程，城市地下道路体量大，施

工影响范围广，新建的城市地下道路工程需与综合管廊保证足够的安全距离。现行国家标准《地下综合管廊运行维护及安全技术标准》GB 51354 中要求管廊本体主体结构安全保护范围外边线距主体结构外边线不宜小于 3m，客观条件受限，确保能够实现安全保护目的的情况下，安全保护距离也可以适当缩小，对于缆线综合管廊可根据工程规模和安全保护需要适当缩小保护范围。

#### 8.4 地下道路与穿越河流水系、航道等立体交叉设计

**8.4.1** 根据深圳市地方标准《涉河建设项目防洪评价和管理技术规范》DB4403/T 118-2020 第 7.3.2 条，城市道路、轨道交通及高压和超高压管道下穿通过河道时，工程外轮廓线与规划河床或河道护底、护脚、水工程设施的垂直距离不应小于 6 m。下穿河道为密闭箱涵、钢筋混凝土结构河床或其他特殊河段的建设项目，其下穿垂直距离经安全性论证后可适当减少。本条在编制时继续沿用了这一规定，同时需要指出，城市地下道路的埋深尚需满足抗浮、抗冲刷等要求。

**8.4.4** 城市地下道路需避免同船舶抛锚、靠离泊码头作业、疏浚、航道整治等的相互影响，因此其选址需避开滩险、港口和锚地。

可能通航的水域是指当时虽不是通航水域，但在不同的水位期和不同的水文年河床发生变迁后可能可以通航的水域。

由于沉管隧道尺寸大，可能会对水流产生较大的阻碍，导致水流流速、流态等发生变化，甚至引起河床地形的改变，因此在必要时需要对这类实施通过模拟试验研究来确定相应的工程方案与技术措施。

**8.4.5** 根据深圳市地方标准《涉河建设项目防洪评价和管理技术规范》DB4403/T 118-2020 第 7.2.1 条，穿河穿堤建设项目布置需与河道或堤防正交，斜交时，两者交角不应小于 60°。

#### 8.5 地下道路与地下车库、交通综合体的衔接设计

**8.5.8** 本条规定出于保证出入口通视条件考虑，实际中可结合保证行车视距的措施综合考虑。

## 9 地下道路主体结构

### 9.3 明挖及堰筑法地下道路主体结构

#### 9.3.3 地下道路主体结构计算需符合下列规定：

- 1 需考虑水压力、基坑支护、地基处理、地震液化及地表超载等方面的影响；
- 2 底板宜按支承在弹性地基上的结构计算，侧墙需考虑土体及基坑支护结构的抗力；
- 3 运营阶段抗浮验算需考虑地下水位变化及地震液化对结构抗浮的影响；
- 4 位于航道与锚地水域时，需考虑沉船荷载与拖锚的影响；
- 5 按承载能力极限状态需进行结构构件的承载力计算、地基承载力及抗浮验算，并需进行结构构件抗震承载力验算等；
- 6 对长条形钢筋混凝土框架结构，可沿纵向取单位长度按底板支承在弹性地基上的平面框架分析，选用与其受力特征相符的计算模型；必要时需采用三维模型进行分析；
- 7 U型槽敞开段钢筋混凝土结构可沿纵向取单位长度按底板支承在弹性地基上的平面应变模型进行计算，以支承弹簧模拟地基反力或抗拔桩。

### 9.4 盾构法地下道路主体结构

#### 9.4.4 盾构地下道路主体结构需对以下各不利位置断面进行计算分析：

- 1 覆盖层最厚和最浅的断面；
- 2 地下水位最高和最低的断面；
- 3 附加荷载大的断面；
- 4 具有偏心荷载的断面；
- 5 地表地形变化大的断面；
- 6 地质条件突变处的断面；
- 7 目前已有相邻构筑物或将来规划有相邻构筑物的断面。

#### 9.4.5 盾构地下道路主体结构受力分析荷载组合分析需考虑施工和使用期间的各不利工况的荷载组合。主要包括：

- 1 管片壁后注浆压力；
- 2 管片壁后注浆材料硬化期间的管环浮力变化；
- 3 盾构推进千斤顶作用在管片上的压力；
- 4 可预见的地面荷载变化；
- 5 可预见的盾构周边区域其他施工的影响。

#### 9.4.7 盾构法地下道路主体结构计算模型需根据地质条件、衬砌构造特点及施工工艺确定，宜考虑衬砌与地层共同作用及装配式衬砌结构的影响，对于空间受力作用明显的结构宜按照空间结构进行分析。采用通缝拼装的衬砌结构可取单环按弹性匀质圆环或弹性较圆环进行计算，采用错缝拼装的衬砌结构宜按考虑环间弯矩纵向传递模型或梁~弹簧模型进行计算（图1）。

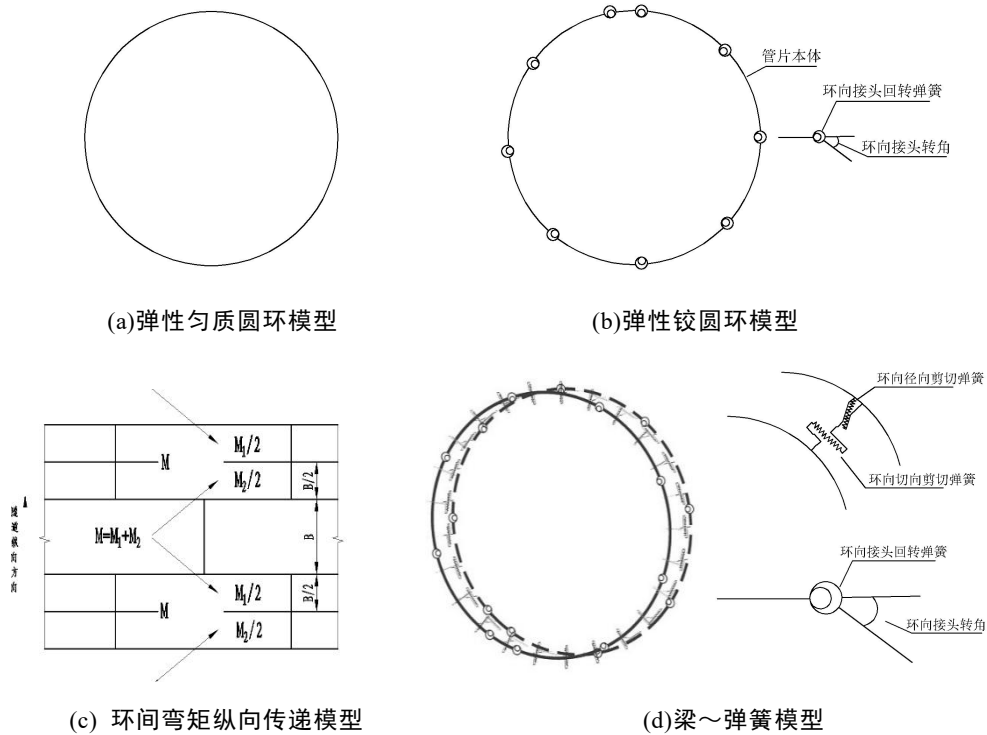


图1 盾构地下道路主体结构计算模型

9.4.13 地下道路施工轴线与设计轴线允许偏差包括了施工误差、测量误差、结构变形及线路轴线拟合误差等。

### 9.5 矿山法地下道路主体结构

9.5.3 矿山法地下道路衬砌结构宜采用复合式衬砌形式。在确定开挖面时，除需满足地下道路净空和结构尺寸外，尚需考虑围岩及初期支护的变形，预留适当的变形量。预留变形量大小需根据围岩级别、断面大小、埋置深度、施工方法和支护情况等，通过计算分析确定或采用工程类比法预测，对没有特别要求的地下道路可按照表6要求确定。

表6 预留变形量

围岩级别	两车道地下道路	三车道地下道路	围岩级别	两车道地下道路	三车道地下道路
I	—	—	IV	50~80	60~120
II	—	10~30	V	80~120	100~150
III	20~50	30~80	VI	现场量测确定	

9.5.4 进行施工开挖工序设计，开挖方法可根据围岩等级及地下道路跨度等条件，按表7的规定选用。

表7 施工开挖方法分类

施工方法		适用条件	
		双车道地下道路	三车道地下道路
全断面法		II 级	—
台阶法	长台阶法	III~IV 级	II~III 级
	短台阶法	IV~V 级	III~IV 级
	留核心土短台阶法	V 级	IV 级
分部开挖法	单侧壁导坑法	IV~V 级	—
	双侧壁导坑法	V 级	IV~V 级
	CRD 开挖法	V 级	IV~V 级

### 9.6 沉管法地下道路主体结构

#### 9.6.5 沉管段隧道的结构计算需符合下列规定：

1 管节结构需就其在预制、系泊、浮运、沉放、对接、基础处理、回填覆盖等不同工况下可能出现的最不利荷载组合，并考虑地基不均匀性和基础处理的质量，分别进行横向和纵向结构计算分析，并按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行承载力计算和变形、裂缝计算；

2 管节横断面可采用平面应变模型进行计算，计算模式如图 2 所示。结构横断面静力计算需考虑不同地基基床抗力系数的横向组合，合理选用各荷载的分项系数，对不同荷载组合开展承载能力极限状态和正常使用极限状态的计算，得出不同工况下的结构内力、变形及裂缝宽度；

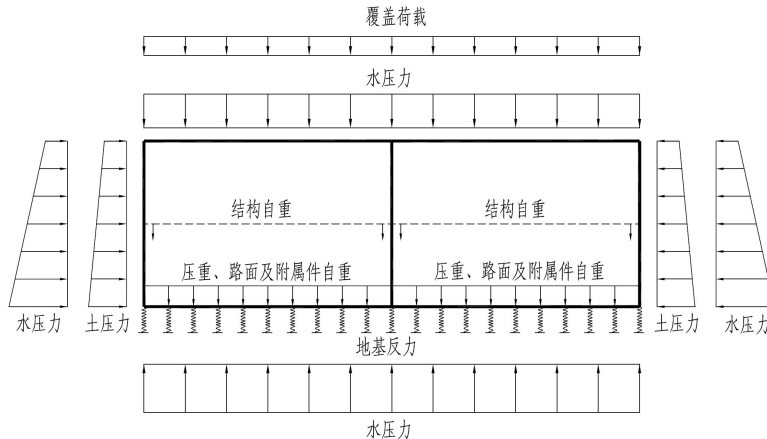


图2 沉管地下道路横断面计算简图

3 地下道路纵向分析可采用考虑接头刚度的弹性地基梁模型进行计算，对局部受力状态复杂的工况宜采用三维数值模型进行计算分析。宜根据弹性地基梁理论对地下道路管节及接头进行地下道路纵向静力计算分析，接头计算分别采用能反映力-位移曲线的线性及非线性弹簧模拟止水带与剪力键构造及特性，并考虑不同工况下的不均匀地基反力系数；

4 沉管结构抗震计算分析需基于隧址区的地震动参数，宜建立三维梁单元模型，重点对地下道路接头处采用适宜连接单元分析沉管地下道路横向与纵向的地震响应；

5 需对沉管结构开展以下的局部计算：预留孔洞、舾装件及设备安装的预埋件、端封门、测量塔、临时支撑系统、各接头的受力构件、临时拉杆等，并宜采用三维有限元模型进行局部应力

计算：

6 沉管段地下道路的沉降量计算中需考虑基底土先卸载再回填的效应及沉管基槽回淤对沉降量的影响；

7 干舷根据浮力原理求解计算，当横断面为标准矩形管节时，可按式 1 计算（图 3）：

$$H_b = H - \frac{W_s + W_f}{BL\gamma_w} \quad (1)$$

式中：

- $H_b$ ——管节干舷(m)；
- $H$ ——管节设计高度(m)；
- $W_s$ ——管节自重 (kN) ；
- $B$ ——管节设计宽度(m)；
- $W_f$ ——舾装件重量 (kN) ；
- $L$ ——管节实际预制长度 (m) ；
- $\gamma_w$ ——水体重度 (kN/m<sup>3</sup>) 。

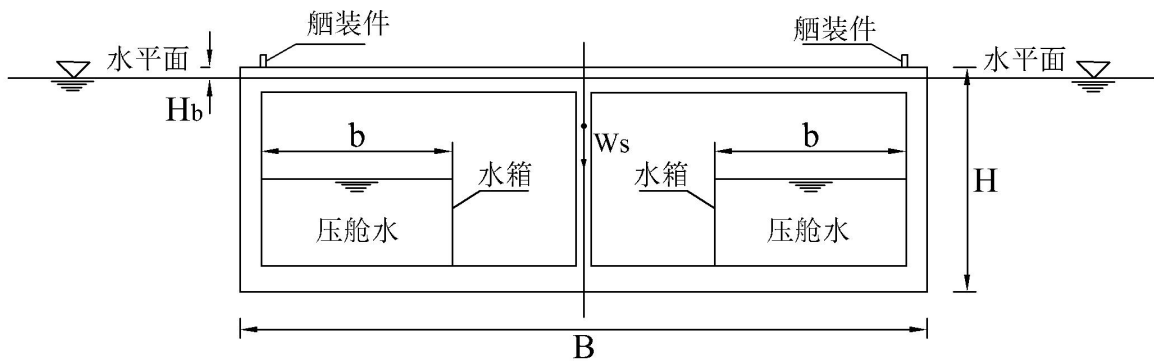


图3 管节浮态下干舷计算图式

8 管节在漂浮状态的定倾高度不宜小于 300mm，定倾高度可按式 2 计算。如管节在施工过程中可能因侧向牵引、锚拉、横向水流或风压而产生较大倾角的状态，则必须按船舶工程的计算方法进行稳定性验算。

$$\overline{MG} = \frac{J - \sum J_w}{V} - \overline{GF} \quad (2)$$

式中：

- $\overline{MG}$ ——定倾高度 (m) ；
- $J$ ——浮运时管节对通过重心铅垂线的惯性矩 (m<sup>4</sup>) ；
- $J_w$ ——浮运时管节内压载水箱中水体对自身重心铅垂线的惯性矩 (m<sup>4</sup>) ；
- $V$ ——管节排水体积 (m<sup>3</sup>) ；
- $\overline{GF}$ ——管节浮心至管节重心间的距离 (m) 。

当管节倾斜角小于 10°时，倾斜角  $\Phi$ 可按式 3 计算（图 4）：

$$\Phi = \sin^{-1} M_k / (\gamma_w V \times \overline{MG}) \quad (3)$$

式中：

- $M_k$ ——因偏心或水平力而引起的管节倾覆力矩 (kN·m) 。

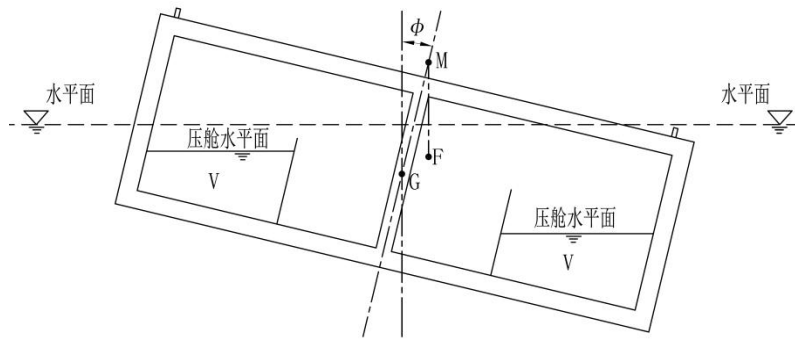


图4 管节浮态时定倾高度计算图式

## 9.8 防 水

**9.8.1** 地表水可能渗入地下道路时，宜采取防治措施，废弃的坑穴、孔洞等需填实封闭，输水沟渠、水工隧洞等水利实施宜铺砌沟底。

当场址区域地下水有侵蚀性时，需采用抗腐蚀性、抗侵蚀性的防水材料，防止侵蚀性地下水对结构的腐蚀及钢筋的锈蚀。

**9.8.2** 地面生态和社会环境敏感，要求严格限制地下水的排放，避免因大量排水改变水理条件或引起地表枯水，对生态环境造成重大影响的情况，如浅埋的富水地区或存在地下水供水水源的地区，需采用全包防水；

地下道路排水可能引起地表较大沉降，从而危及结构物正常使用及周边环境的场合，如地面有大量建筑物的城区，需采用全包防水。

**9.8.10** 耐根穿刺防水层的沥青防水卷材不能选择普通防水卷材，必须是通过检测的耐穿刺专用卷材。耐根穿刺防水层在采用细石混凝土做保护层时，层下需铺设隔离层；采用水泥砂浆作保护层时，需设置分格缝，分格缝间距宜为 4m；采用聚乙烯膜、聚酯无纺布做保护层，需选择空铺法施工，搭接宽度不应小于 200mm。用于坡面时，必须采用防滑措施。

**9.8.11** 城市地下道路上方地表及地下道路出入口增设的防水、防淹措施等，主要措施包括：

1 城市地下道路、辅助坑道的出入口、洞口及明洞边、仰坡开挖线 5m 以外需设置截水沟。截水沟的布置需合理、有效，并宜避免影响洞口处景观；

2 城市地下道路明洞顶部回填土石表面及地下结构顶板上覆土表面需铺设黏土隔水层，并需与边坡夯实连接，防止地表水渗入，黏土隔水层厚度宜不小于 500mm。明洞顶部黏土隔水层以上宜设厚度不小于 200mm 的耕植土，采用种草防护，防止雨水冲刷；

3 城市地下道路设计需重视防止地表水的下渗，可采用填充、铺砌、勾补、抹面等措施处理。对地下道路主体结构顶部的坑洼、洞穴积水地段，需填平整地，防止积水下渗。

**9.8.16** 采用盾构法施工时，弹性橡胶密封垫的防水性能至关重要，故在使用前需通过模拟一字缝、T 字缝拼装的水密性试验验证。试验技术要求为：在大于等于 2 倍的地下道路主体结构区段最大埋深处的水压作用下、接缝张开量大于等于设计最大允许接缝张开量时，不产生渗漏。

**9.8.17** 顶管管节接口是顶管防水的重点环节，接口“F 形”钢承插管需以楔形橡胶止水圈作为首要防水线，当顶管机接口插入时，由高强度粘接剂粘于钢套环管节端头基础面上的橡胶止水圈收到钢套环的挤压，与钢套环紧密相贴，起到防水作用。此外，在整条顶管地下道路施工完毕后，需在管节接头之间的背土面嵌缝沟槽内嵌填高模量聚氨酯密封胶或聚合物水泥防水砂浆，可以在管节接头处形成封闭的防水体系。

管节接头之间需设置传力衬垫以均匀管节间的相互作用力、减少接口处混凝土施工过程中的

破损，传力衬垫一般采用胶合板或本松板。

## 9.9 耐久性设计

**9.9.1** 混凝土结构的耐久性按正常使用极限状态控制，特点是随时间发展因材料劣化而引起的性能衰减和构件承载力问题，甚至发生破坏，主要表现为：混凝土构件表面出现裂缝、钢筋锈蚀并引起构件的锈胀裂缝；混凝土出现可见的耐久性损伤（酥裂、粉化）等。对于混凝土结构所处的环境类别、环境作用等级的划分，在现行国家标准《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476 中已有划分标准；对于耐久性设计的主要内容，在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中已有相关规定。

**9.9.5** 混凝土结构强度等级的选用需满足工程结构的承载力、刚度及耐久性需求。对设计工作年限为 50 年的混凝土结构，混凝土结构构件的强度等级需满足：素混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C20；钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C25；钢-混凝土组合结构构件的混凝土强度等级不应低于 C30；预应力混凝土楼板结构的混凝土强度等级不应低于 C30；其他预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C40；抗震等级不低于二级的钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于 C30。

参考《深圳地铁 11 号线地下结构耐久性专题研究技术成果报告》（深圳市地铁集团有限公司，2015.12）研究成果，降低混凝土水胶比有利于提高混凝土耐久性，但不利于混凝土工作性和抗裂性。增加矿渣掺量，有利于提高混凝土耐久性；单掺矿渣将降低混凝土工作性，增大混凝土干缩，降低抗裂性。为满足钢筋混凝土 100 年耐久性要求，胶凝材料中矿渣掺量不应小于 30%。粉煤灰掺量的增加将有利于提高混凝土工作性和抗裂性，但降低混凝土早期强度。为保证混凝土抗碳化 100 年耐久性要求，粉煤灰掺量不宜超过 25%。引气混凝土有利于提高混凝土工作性和耐久性。

表8 表面裂缝最大宽度限值（mm）

环境作用等级	钢筋混凝土构件	预应力混凝土构件
A	0.40	0.20
B	0.30	0.20 (0.15)
C	0.20	0.10
D	0.20	按二级裂缝控制或按部分预应力 A 类构件控制
E、F	0.15	按一级裂缝控制或按全预应力类构件控制

混凝土结构的表面裂缝最大宽度限值需符合表 8 规定，钢筋混凝土构件净保护层厚度需符合表 9 规定。

表9 钢筋混凝土构件净保护层最小厚度（mm）

结构类别	地下连续墙		灌注桩	明挖现浇结构					钢筋混凝土预制管片		矿山法施工结构		
				顶/底板		中板	侧墙				初期支护或锚喷衬砌		二次衬砌
	外侧	内侧		迎土/水面	背土/水面	上/下侧	迎土/水面	背土/水面	迎土/水面	背土/水面	迎土/水面	背土/水面	
净保护层厚度	70	70	70	45	35	30	45	35	35	25	35	35	35

注：矿山法施工的结构当二次衬砌的厚度大于 500mm 时，钢筋的净保护层厚度需采用 40mm。

## 10 地下道路运营设施

### 10.2 通风与排烟

**10.2.1** 交通工况包括正常运营工况、火灾及交通阻滞等异常工况、养护维修工况，其中阻滞段计算长度不宜大于 1000m。设有进、出口匝道的地下道路，通风设计需考虑主线、匝道地下道路气流的相互影响。

**10.2.2** 本条参考上海市地方标准《道路隧道设计标准》DG/TJ08-2033-2017 取值。

**10.2.3** 火灾最大热释放率需按表 10 确定。

表10 火灾热释放率 (MW)

车辆类型	小轿车	货车	集装箱车、长途汽车、公共汽车	重型车
火灾热释放率 (MW)	3~5	10~15	20~30	30~100

注：海底地下道路等重大项目火灾最大热释放率取值宜根据实际条件开展专项论证确定。

**10.2.8** 一般公路隧道换气风速为 1.5m/s，为提高地下隧道内空气质量，并按照现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 的要求，建议换气风速为 2.5m/s。

**10.2.9** CO 设计浓度按表 11 确定：

表11 CO设计浓度

交通状况	设计浓度 (cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
正常交通	150
阻滞工况	200
养护维修	30
人车混行	70

烟尘设计浓度按表 12 确定：

表12 烟尘设计浓度K (荧光灯、LED灯等光源)

设计速度 v <sub>t</sub> (km/h)	v ≥ 60	50 ≤ v <sub>t</sub> < 60	30 < v <sub>t</sub> < 50	v <sub>t</sub> ≤ 30
烟尘设计浓度 K (m <sup>-1</sup> )	0.0065	0.0070	0.0075	0.0120*

注：“\*”此工况下需采取交通管制或关闭地下道路等措施。

地下道路内 20min 内的平均 NO<sub>2</sub> 设计浓度可取 1.0cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>。

**10.2.12** 重点排烟道的排烟口间距不宜大于 60m。

### 10.3 给排水及消防

**10.3.2** 深圳市地方标准《道路隧道设计标准》SJG 80-2020 第 10.2.1 条对隧道内冲洗水量标准进行要求，本标准沿用其要求。

**10.3.3** 根据现行国家标准《室外排水实际标准》GB 50014，超大城市和特大城市地下通道雨水管渠的设计重现期为 30 年~50 年，人口稠密且经济条件较好的城镇需采用规定的设计重现期上限，本标准沿用其要求，并参照现行深圳市标准《道路隧道设计标准》SJG 80 中相关要求，确定地下道路敞开部分的暴雨重现期按 50 年考虑。

**10.3.4** 地下道路的雨水泵房主要收集并排除敞开段的雨水，泵房宜靠近洞口设置。接地点处需设置驼峰、横截沟或其它有效措施，防止地面雨水进入地下道路；在每个洞口设置的溢水泵房横截沟数量不宜少于2道，横截沟排水能力宜为设计雨水量的1.5~3倍。

地下道路内废水主要为消防废水、冲洗废水、结构渗入水等，地下道路内废水通过线路纵向排水沟和最低点设置的横截沟，汇至废水泵房的集水池。

雨、废水泵房集水池的需满足水泵叶轮浸没深度的要求；池底需设置集水坑，坑深宜为500mm~700mm；集水池需设置冲洗装置。

地下道路泵房内设备宜有降噪措施，噪声排放符合声环境质量标准。

**10.3.6** 消防水源选取宜遵循以下原则：

**1** 如当地供水、消防部门许可，且满足从两路不同市政给水管上引两路供水管，水量满足地下道路内、外消防给水设计流量及压力时，消防水源宜从市政给水管网直接供水，不设消防水池，并需在消防引入管的起端设置倒流防止器。

**2** 当生产、生活用水量达到最大时，市政给水管网不能满足地下道路内、外消防给水设计流量及压力时，或只有一路消防供水时，需设置消防水池。

**3** 当市政给水管网能保证地下道路外消防用水量时，消防水池的有效容积需满足在火灾延续时间内地下道路内同时开启所有消防灭火设施的用水量之和；当市政给水管网不能保证地下道路外消防用水量时，消防水池的有效容积需满足在火灾延续时间内地下道路内同时开启所有消防灭火设施的用水量与地下道路外消防用水量不足部分之和的要求。

## 10.4 供电与照明

**10.4.2** 目前深圳市电力客户业扩受电工程电压等级一般采用10(20)kV和0.38kV，但当城市配电网至地下道路用电点间电能输送距离过长，采用10(20)kV电压进行电能输送不能满足地下道路用电设备电能质量要求时，或长大地下道路采用轴流风机通风，地下道路用电量较大，10(20)kV高压保护选择困难时，也可经过技术经济比较选用其他电压等级。

**10.4.3** 根据国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019第4.3.7条规定，随着民用建筑的规模越来越大，民用建筑使用的配电变压器，单台容量已达到2000kVA及以上，但由于其供电范围和供电半径可能偏大，电能损耗大，对继电保护和低压断路器等设备要求更高，故规定当仅有一台时，不宜大于1250kVA；户外预装式变电站体积小，散热难，单台变压器容量过大不利于设备寿命和系统可靠性，所以规定不宜大于800kVA。

**10.4.5** 多个工程经验表明，单端供电的地下道路其长度超过1000m，洞内小负荷需大截面电缆供电的问题便相当突出，需在地下道路洞口或洞内再增设变配电所，才能解决上述问题，经过技术经济比较后规定变电所半径不宜超过1000m。

**10.4.11** 城市地下道路照明需根据行车速度和交通量确定其设计标准。地下道路照明由入口段照明、过渡段照明、中间段照明、出口段照明、洞外引道照明、洞口接近段减光设施及应急照明组成。考虑到地下道路夜间照明其亮度等级不低于所连接道路的亮度设计值，因此城市地下道路均需设置照明系统。

## 10.5 综合监控

**10.5.1** 本条规定了监控系统的设置原则和总体实现功能，监控各子系统的设计需符合国家现行有关标准规定，再进一步优化完善。地下道路机电设备种类繁多，需实现统一监控、集中管理；实现多系统信息的互联互通和资源共享。

**10.5.2** 本条规定了中央控制管理系统的相关要求，中央控制管理系统中的计算机网络系统一般由各子系统管理工作站组成，包括消防报警监控工作站、交通监控工作站、紧急电话广播工作站、视频监控管理工作站、无线通信工作站、事件检测分析工作站、综合监控平台、数据库服务器、IO服务器和大屏幕显示系统等。

**10.5.6** 本条规定了视频监控系统要实现的功能，视频监控系统设施设置情况可按照现行深圳市标准《道路隧道设计标准》SJG 80 执行。

**10.5.9** 本条规定了消防设备联动控制要求，需符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 中相关联动控制规定，泡沫-水喷雾灭火系统的联动可按照现行深圳市标准《道路隧道设计标准》SJG 80 执行。

**10.5.11** 本条规定了地下道路内紧急电话的设置要求，现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 中规定报警电话间距为 200m，现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中规定报警电话间距为 100m~150m，而现行行业标准《城市地下道路工程设计规范》CJJ 221 中规定报警电话间距宜为 100m。本条综合考虑后，规定紧急电话设置间距不宜大于 100m，当条件受限时可适当增加，但不应大于 150m。

## 11 地下道路附属设施

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 地下道路总平面布置需根据主体地下道路的走向及功能要求，结合地面规划，合理布置地下道路运营管理中心、泵房、变电所、通风机房、地面风井、出入口、应急车辆停车场、检查亭、收费口等设备用房或附属设施。

**11.1.3** 设备用房主要指维持地下道路正常运行所需消防泵房、变电所、监控机房、通风机房等，一般需贴临地下道路布置。附属设施主要指风井、风塔、疏散口、应急车辆停车场、检查亭、收费口等，根据附属设施功能设置于相应位置。管理用房考虑人员 24 小时值守，一般建议设置于地上，条件受限时亦可设置于地下。

**11.1.5** 地下道路的用途及交通组成、通风情况决定了地下道路可燃物数量与种类、火灾的可能规模及其增长过程和火灾延续时间，影响地下道路发生火灾时可能逃生的人员数量及其疏散设施的布置；地下道路的环境条件和地下道路长度等决定了消防救援和人员的逃生难易程度及地下道路的防烟、排烟和通风方案；地下道路的通风与排烟等因素又对地下道路中的人员逃生和灭火救援影响很大。因此，地下道路设计需综合考虑各种因素和条件后，合理确定防火要求。

**11.1.6** 地下道路的火灾危险性主要在于：

1 现代地下道路的长度日益增加，导致排烟和逃生、救援困难；

2 不仅车载量更大，而且需通行运输危险材料的车辆，有时受条件限制还需采用单孔双向行车道，导致火灾规模增大，对地下道路主体结构的破坏作用大；

3 车流量日益增长，导致发生火灾的可能性增加。本标准在进行地下道路分类时，参考了日本《道路隧道紧急情况用设施设置基准及说明》和现行行业标准《公路隧道交通工程设计规范》JTG/T D71 等标准，并适当做了简化，考虑的主要因素为地下道路长度和通行车辆类型。

**11.1.7** 地下道路主体结构一旦受到破坏，特别是发生坍塌时，其修复难度非常大，花费也大。同时，火灾条件下的地下道路主体结构安全，是保证火灾时灭火救援和火灾后地下道路尽快修复使用的重要条件。不同地下道路可能的火灾规模与持续时间有所差异。目前，各国以建筑构件为对象的标准耐火试验，均以《建筑构件耐火试验》ISO 834 的标准升温曲线(纤维质类)为基础，如《建筑材料及构件耐火试验第 20 部分 建筑构件耐火性能试验方法一般规定》BS476: Part 20、《建筑材料及构件耐火性能》DIN 4102、《建筑材料及构件耐火试验方法》AS 1530 和《建筑构件耐火试验方法》GB 9978 等。该标准升温曲线以常规工业与民用建筑物内可燃物的燃烧特性为基础，模拟了地面开放空间火灾的发展状况，但这一模型不适用于石油化工工程中的有些火灾，也不适用于常见的地下道路火灾。

地下道路火灾是以碳氢火灾为主的混合火灾。碳氢(HC)标准升温曲线的特点是所模拟的火灾在发展初期带有爆燃—热冲击现象，温度在最初 5min 之内可达到 930℃左右，20min 后稳定在 1080℃左右。这种升温曲线模拟了火灾在特定环境或高潜热值燃料燃烧的发展过程，在国际石化工业领域和地下道路工程防火中得到了普遍应用。过去，国内外开展了大量研究来确定可能发生在地下道路以及其他地下建筑中的火灾类型，特别是 1990 年前后欧洲开展的 Eureka 研究计划。根据这些研究的成果，发展了一系列不同火灾类型的升温曲线。其中，法国提出了改进的碳氢标准升温曲线、德国提出了 RABT 曲线、荷兰交通部与 TNO 实验室提出了 RWS 标准升温曲线，我国则以碳氢升温曲线为主。在 RABT 曲线中，温度在 5min 之内就能快速升高到 1200℃，在 1200℃处持续 90min，随后的 30min 内温度快速下降。这种升温曲线能比较真实地模拟地下道路内大型

车辆火灾的发展过程：在相对封闭的地下道路空间内因热量难以扩散而导致火灾初期升温快、有较强的热冲击，随后由于缺氧状态和灭火作用而快速降温。

此外，试验研究表明，混凝土结构受热后会由于内部产生高压水蒸气而导致表层受压，使混凝土发生爆裂。结构荷载压力和混凝土含水率越高，发生爆裂的可能性也越大。当混凝土的质量含水率大于 3% 时，受高温作用后肯定会发生爆裂现象。当充分干燥的混凝土长时间暴露在高温下时，混凝土内各种材料的结合水将会蒸发，从而使混凝土失去结合力而发生爆裂，最终会一层一层地穿透整个地下道路的混凝土拱顶结构。这种爆裂破坏会影响人员逃生，使增强钢筋因暴露于高温中失去强度而致结构破坏，甚至导致结构垮塌。

为满足地下道路防火设计需要，需符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 附录 C 中增加的有关地下道路主体结构耐火试验方法的有关要求。

**11.1.8** 地下道路内发生火灾时的烟气控制和减小火灾烟气对人的毒性作用是地下道路防火面临的主要问题，要严格控制装修材料的燃烧性能及其发烟量，特别是可能产生大量毒性气体的材料。

### 11.3 地下道路洞口光过渡设计

**11.3.2** 本条从节能角度考虑，补充了地下道路洞口减光建筑长度取值要求。减光建筑的长短与洞内加强照明的用电量成反比关系，通过减光建筑的设置可最大化地实现节能。

地下道路洞口减光建筑长度主要由地下道路洞外照度  $E_{out}$ 、洞内照度  $E_{in}$ 、驾驶员视力恢复时间  $T_{in}$  及地下道路内设计速度  $V_d$  等因素决定。

其中，洞外照度  $E_{out}$  及洞内照度  $E_{in}$  均可通过实测法或计算得出，而驾驶员所需要的视力恢复时间  $T_{in}$  与地下道路洞外照度和洞内照度之差存在密切联系，可按式 4 计算：

$$T_{in}=0.0204(E_{out}-E_{in})^{0.6031} \quad (4)$$

式中：

$T_{in}$ ——驶人地下道路时，驾驶员所需要的视力恢复时间(s)；

$E_{out}$ ——地下道路洞外停车视距处的路面照度值(lx)；

$E_{in}$ ——地下道路洞内基本照明路面照度值(lx)。

结合地下道路内设计速度及地下道路过渡照明段长度，便可以计算地下道路洞口减光建筑的合理设计长度，其计算如式 5 所示：

$$S_{in} = \frac{V_d \cdot T_{in}}{3.6} - D_{th} - D_{tr} \quad (5)$$

式中：

$S_{in}$ ——地下道路入口处减光建筑合理设计长度 (m)；

$V_d$ ——地下道路内车辆设计速度 (km/h)；

$D_{th}$ ——地下道路入口段长度 (m)；

$D_{tr}$ ——地下道路过渡段长度 (m)。

举例说明：假设一条地下道路设计行车速度为 80km/h，洞外亮度  $L_{20}$  取值为 5000cd/m<sup>2</sup>，中间段亮度  $L_{in}$  取值为 4.5cd/m<sup>2</sup>，地下道路入口段长度取值为 100m，过渡段长度取值为 294m，平均亮度与平均照度间的换算系数取值为 221x/(cd/m<sup>2</sup>)。经计算，可得  $T_{in}=22.4s$ ，地下道路洞口入口处减光建筑合理设计长度为  $S_{in}=103m$ 。

本标准表 11.3.1 的长度取值既通过公式计算，还结合了工程实际经验所得。

从节能角度考虑，洞口减光建筑长度宜取本标准表 11.3.1 中的上限值；当土建条件受限时，

洞口减光建筑长度可取表 11.3.1 中的下限值。当取下限值时，洞内加强照明的用电量要比取上限值高，不利于节能。

## 11.4 地下道路内装饰

11.4.2 侧墙装饰板整体构造需符合防火、耐洗刷、环保等要求，具体是指：

- 1 耐洗刷性：侧墙装饰板整体构造需适用于地下道路的机械清洗方式。
- 2 环保性：侧墙装饰板整体构造需无辐射，在高温或火灾工况条件下无有毒气体散发。
- 3 防火性：侧墙装饰板整体构造需达到不燃性 A 级。

11.4.4 圆形地下道路的在拱顶设置防火内衬，拱顶相当于矩形地下道路侧墙顶以上的圆拱部分。

11.4.5 地下道路装修材料整体耐火等级需为 A 级。材料耐火等级按现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 进行划分。

## 11.6 地下道路防灾

11.6.3 本条主要规定了不同地下道路车行横通道或车行疏散通道的设置要求。

1 当地下道路发生火灾时，下风向的车辆可继续向前方出口行驶，上风向的车辆则需要利用地下道路辅助设施进行疏散。地下道路内的车辆疏散一般采用两种方式，一是在双孔地下道路之间设置车行横通道，另一种是在双孔中间设置专用车行疏散通道。前者工程量小、造价较低，在工程中得到普遍应用；后者可靠性更好、安全性高，但因造价高，在工程中应用不多。双孔地下道路之间的车行横通道、专用车行疏散通道不仅可用于地下道路内车辆疏散，还可用于巡查、维修、救援及车辆转换行驶方向。

车行横通道间隔及地下道路通向车行疏散通道的入口间隔，在本次修订时进行了适当调整，水底地下道路由原规定的 500m~1500m 调整为 1000m~1500m，非水底地下道路由原规定的 200m~500m 调整为不宜大于 1000m。主要考虑到两方面因素：一方面，受地质条件多样性的影响，城市地下道路的施工方法较多，而穿越江、河、湖泊等水底地下道路常采用盾构法、沉管法施工在地下道路两管间设置车行横通道的工程风险非常大，可实施性不强；另一方面，城市地下道路灭火救援响应快、地下道路内消防设施齐全，而且越来越多的城市地下道路设计有多处进、出口匝道，事故时，车辆可利用匝道进行疏散。

此外，本条规定还参考了国内、外相关规范，如现行行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1 和《欧洲道路隧道安全》（European Commission Directorate General for Energy and Transport）等标准或技术文件。《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》规定，山岭公路隧道的车行横通道间隔：车行横通道的设置间距可取 750m，并不得大于 1000m；长 1000m~1500m 的隧道宜设置 1 处，中、短隧道可不设；《欧洲道路隧道安全》规定，双管隧道之间车行横通道的间距为 1500m；奥地利 RVS9.281/9.282 规定，车行横向连接通道的间距为 1000m。综上所述，本次修订适当加大了车行横通道的间隔。

2 现行行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1 对山岭公路隧道车行横通道的断面建筑限界规定，如图 5 所示。城市交通道对通行车辆种类有严格的规定，如有些隧道只允许通行小型机动车、有些隧道禁止通行大、中型货车、有些是客货混用隧道。横通道的断面建筑限界需与隧道通行车辆种类相适应，仅通行小型机动车或禁止通行大型货车的隧道横通道的断面建筑限界可适当降低。

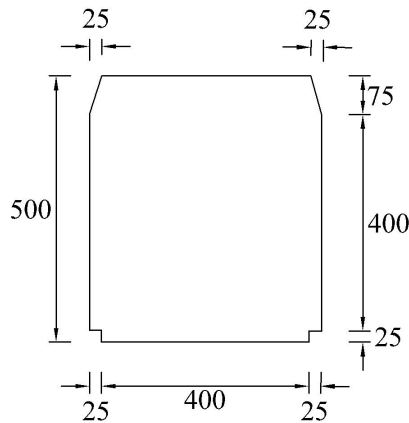


图5 车行横通道的断面建筑限界(cm)

3 隧道与车行横通道或车行疏散通道的连通处采取防火分隔措施,是为防止火灾向相邻隧道或车行疏散通道蔓延。防火分隔措施可采用耐火极限与相应结构耐火极限一致的防火门,防火门还要具有良好的密闭防烟性能。

#### 11.6.4 本条规定了双孔地下道路设置人行横通道或人行疏散通道的要求。

在地下道路设计中,可以采用多种逃生避难形式,如横通道、地下管廊、疏散专用道等。采用人行横通道和人行疏散通道进行疏散与逃生,是目前地下道路中应用较为普遍的形式。人行横通道是垂直于两孔地下道路长度方向设置、连接相邻两孔地下道路的通道,当两孔地下道路中某一条地下道路发生火灾时,该地下道路内的人员可以通过人行横通道疏散至相邻地下道路。人行疏散通道是设在两孔地下道路中间或地下道路路面下方、直通地下道路外的通道,当地下道路发生火灾时,地下道路内的人员进入该通道进行逃生。人行横通道与人行疏散通道相比,造价相对较低,且可以利用地下道路内车行横通道。设置人行横通道和人行疏散通道时,需符合以下原则:

1 人行横通道的间隔和地下道路通向人行疏散通道的入口间隔,要能有效保证地下道路内的人员在较短时间内进入人行横通道或人行疏散通道。

根据荷兰及欧洲的一系列模拟实验,250m为地下道路内的人员在初期火灾烟雾浓度未造成更大影响情况下的最大逃生距离。现行行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1规定了山岭公路隧道的人行横通道间隔:人行横通道的设置间距可取250m,并不大于500m。美国消防协会《公路隧道、桥梁及其他限行公路标准》NFPA 502(2011年版)规定:隧道应有应急出口,且间距不应大于300m;当隧道采用耐火极限为2.00h以上的结构分隔,或隧道为双孔时,两孔间的横通道可以替代应急出口,且间距不应大于200m。其他一些国家对人行横通道的规定见表13。

表13 国外有关设计准则中道路隧道横向人行通道间距推荐值

国家	出版物/号	年份	横向人行通道间距(m)	备注
奥地利	RVS 9.281/9.282	1989	500	通道间距最大允许至1km 未设通风的隧道或隧道纵坡大于3%的隧道内,通道间距250m
德国	RABT	1984	350	根据最新的RABT曲线,通道间距将调整至300m
挪威	Road Tunnels	—	250	—
瑞士	Tunnel Task Force	2000	300	—

2 人行横通道或人行疏散通道的尺寸要能保证人员的应急通行。

本次修订对人行横通道的净尺寸进行了适当调整，由原来的净宽度不应小于 2.0m、净高度不应小于 2.2m 分别调整为净宽度不应小于 1.2m、净高度不应小于 2.1m。原规定主要参照现行行业标准《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》JTG 3370.1 对山岭公路人行隧道横通道的断面建筑限界规定。城市隧道由于地质条件的复杂性和施工方法的多样性，相当多的城市隧道采用盾构法施工，设置宽度不小于 2.0m 的人行横通道难度很大、工程风险高。本次修订的人行横通道宽度，参考了美国消防协会《公路隧道、桥梁及其他限行公路标准》NFPA 502（2011 年版）的相关规定：人行横通道的净宽不小于 1.12m，同时，结合我国人体特征，考虑了满足 2 股人流通行及消防员带装备通行的需求。

另外，人行横通道的宽度加大后也不利于对疏散通道实施正压送风。

综合以上因素，本次修订时适当调整了人行横通道的尺寸，使之既满足人员疏散和消防员通行的要求，又能降低施工风险。

**3** 隧道与人行横通道或人行疏散通道的连通处所进行的防火分隔，需能防止火灾和烟气影响人员安全疏散。

目前较为普遍的做法是，在隧道与人行横通道或人行疏散通道的连通处设置防火门。美国消防协会《公路隧道、桥梁及其他限行公路标准》NFPA 502（2011 年版）规定，人行横通道与隧道连通处门的耐火极限需达到 1.5h。

**11.6.5** 避难设施不仅可为逃生人员提供保护，还可用作消防员暂时躲避烟雾和热气的场所。在中、长隧道设计中，设置人员的安全避难场所是一项重要内容。避难场所的设置要充分考虑通道的设置、隔间及空间的分配以及相应的辅助设施的要求。对于较长的单孔隧道和水底隧道，采用人行疏散通道或人行横通道存在一定难度时，可以考虑其他形式的人员疏散或避难，如设置直通室外的疏散出口、独立的避难场所、路面下的专用疏散通道等。

## 12 交通安全与运营管理设施

### 12.1 一般规定

**12.1.2** 城市地下道路的交通标志一般设置在道路前进方向的右侧或上方，但由于城市地下道路空间封闭、设计净高较小，两侧侧墙对标志的遮挡影响比较大，所以，城市地下道路交通标志设置时需注意侧墙对交通标志的可识别性影响，满足道路使用者在动态条件下的视认性要求，考虑在动态条件下发现、判读标志及采取行动所需的时间和前置距离，保证充分的视认距离，设置在驾驶人最容易识别位置。

**12.1.3** 由于城市地下道路空间相对封闭，传统的靠反光交通标志在地下道路内部使用时间较长后会因空气油污，而失去反光效果。因此，城市地下道路宜采用主动发光标志，增加交通标志的可识别性。主动发光交通标志设计需选择体薄量轻，便于悬挂；亮度衰减慢，具备光衰补偿，便于长期工作。主动发光交通标志是指标志的字体直接发光，由于标志本身不能反光，一旦内部电路出故障时，标志功能作用将丧失。因此，城市地下道路交通标志最好是采用发光与被动反光相结合方式，这样既能有效的保证标志的使用效果，又可以提高标志的可靠性。

**12.1.4** 城市地下道路设计净空小，由于交通标志布设不得侵入地下道路建筑限界内，因此，地下道路的交通标志在尽可能满足现行相关标准的情况下，尺寸可适当调整，对降低尺寸的交通标志，需保证起驾驶人的可读性和可视性。此外，还可以通过增强照明、优化标志版面信息等措施提高标志的可读性和识别性。

设计时按照现行国家标准《城市道路交通标志和标线设置规范》GB 51038，对地下道路内或桥下因建筑限界、结构承载能力限制等特殊情况下，需缩小标志版面尺寸时，规定可适当减小文字高度，最小高度不应小于一般值的 0.8 倍，或采用高宽比为 1: 0.75 的窄字体，但不得改变版面各要素之间的相互关系。

### 12.2 交通标志标线

**12.2.1** 为合理引导周边地面道路交通进入地下道路，提高地下道路利用效率，充分发挥地下道路缓解交通功能，城市地下道路除下穿路口的地下通道外，在地面周边路网一定范围内需设置入口指路标志。下穿路口的地下通道是指下穿一个或连续下穿多个道路交叉口的地下道路，这类型地下道路一般距离短，作为主线的一部分，主要解决节点交通，此外通常地面都设有辅道。因此，下穿路口的地下通道专门在周边路网范围内设置入口引导标志的必要性不大。现行国家标准《城市道路交通标志和标线设置规范》GB 51038 对城市快速路的出入口引导提出了详细的规定。但对于地下道路，除了快速路等高等级道路外，地下车库联络道等也需入口引导。因此，本标准在现行国家标准《城市道路交通标志和标线设置规范》GB 51038 基础上，进一步补充规定了这些类型城市地下道路的人口引导标志设置。对于快速路和主干道，采用与现行国家标准《城市道路交通标志和标线设置规范》GB 51038 一致的规定。对于地下车库联络道需在人口周边 1km 范围设置引导标志，引导标志需指示方向和距离，设置在周边的主要交叉口范围处。

**12.2.2** 本条规定了地下道路入口前需设置的交通标志，包括地下道路指示标志，以及根据交通管理需求而设置的限速、限高、限制通行、禁止停车、禁止超车等禁令标志。其中，地下道路指示标志用于指示前方地下道路的名称及长度。考虑到当地下道路照明不足时，在入口前需设置开车灯警告标志，提醒警告驾驶人在进入道路内部打开前照灯。

对于有限高有要求的地下道路，需在入口前连续设置 2~3 次限高禁令标志，采用软硬相结合的控制措施，最后一次需为强制性阻止车辆进入措施，如设置硬杆型防撞门架。还有部分地下道路采用 4 次警告措施，一级警告采用限高标志；二级警告采用限高标志结合硬橡胶条击打方式；三级警告采用红外线超高检测仪，红外线超高检测仪与地下道路入口处信号灯联动，当检测仪检测出超高车辆时，入口处红色信号灯亮起，入口检查亭值班人员可引导超高车辆驶离地下道路；四级警告为钢结构防撞门架，强制性阻止超高车辆驶入。目前国内运营来看，基本通过前两级的超高警告可将超高车辆分离，逐级设置超高警告的方法效果比较明显。

地下道路入口设计还需体现道路“容错性”的设计理念，设置绕行通道，各级警告标志之间需保持一段距离，能保证误闯入的超高车辆能够及时分离，当最后被强制性禁止通行后也能通过引导，绕行驶离主线，以不阻碍进入地下道路的正常交通通行。

**12.2.7** 城市地下道路连续弯道、视距不良等危险路段宜设置禁止跨越同向车行道分界线。

城市地下道路两侧干扰少，尤其是在进入地下道路的下坡长直线、大半径曲线路段都容易诱发超速；当在高速情况下突然驶入线形指标较低的小半径、急弯、陡坡等路段时极易发生交通事故，因此，在进入事故易发路段之前需设置减速标线，采取一定交通措施控制车辆运行速度。

**12.2.8** 国内外普遍采用地下道路内禁止变道方式，以提高行车安全性。随着长距离地下道路的出现，城市地下道路的发展及域交通功能多样化、交通组织复杂化的特征凸显，地下道路中变换车道需求越来越大。本标准编制过程中对“实改虚”试点过程坂银通道进行了调研，结合交警部门意见，从试点运行总体情况来看，“实改虚”后地下道路内通行效果良好，且未见事故明显增长。

**12.2.11** 线形指标较低的地下道路对驾驶人视线影响较大，建议对线形指标较低的地下匝道、主线等曲线路段需设置线形诱导标志，急弯时可布设急弯警告标志，提醒警告驾驶人。

**12.2.13** 城市地下道路所采用的热熔反光型标线实测厚度除横向减速标线大于等于 4mm 外，其余均大于等于 2.5mm。热熔突起型反光标线涂料（即振荡标线），涂料需符合《路面标线涂料》JT/T 280 标准要求，标线实测厚度大于等于 2mm，突起部分厚度 5mm。标线不采用粘贴标线带（预成型标线带）。标线在无面撒玻璃珠时，新施划标线的初始逆反射亮度系数需符合现行国家标准《新划路面标线初始逆反射亮度系数及测试方法》GB/T 21383 要求，白色标线逆反射系数不应小于  $150\text{mcd}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ；黄色标线逆反射系数不应小于  $100\text{mcd}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

标线需使用抗滑材料，抗滑值不应小于 45BPN，在地下道路出入口、洞口等路段使用更高抗滑性能的标线，不应小于 60BPN。

地下道路交通标志的反光膜等级宜采用 V 类（钻石级），所有标志反光膜等级不得低于 IV 类（超强级）。反光膜需满足现行国家标准《道路交通反光膜》GB/T 18833 中十年使用寿命要求，并提供反光膜厂家十年质保书。

## 12.3 安全设施

**12.3.2** 城市地下道路的分流端部需设置防撞垫、防撞桶等防撞设施，防止车辆与分流端部结构发生碰撞。

**12.3.3** 城市地下道路敞开段的护栏端部需作安全性处理，避免直接暴露。因为，车辆与未经处理的护栏端头碰撞，碰撞角度大、缓冲时间短、加速度大，会对车辆和乘员造成严重危害。护栏端部处理方法较多，一般常用方法有：采用吸能型端部设计；护栏端部外展到路侧外；护栏端部采用埋入式设计；设置防撞桶。各种方法都有各自适用性，建议在设计时需根据实际情况，考虑工程成本，选取合适的处理方法。

**12.3.4** 城市地下道路设置非机动车道或人行道时，非机动车道或人行道靠机动车道一侧必须设置护栏隔离，每片护栏迎车面需设置反光膜作为线形诱导标志。机非共板时，隔离护栏端头宜设置反光防护柱以警示车辆注意非机动车。

## 12.4 智慧交通

**12.4.1** 速度、流量监测准确率不低于 95%，车型识别准确率不低于 90%，事件检测的准确率不低于 90%，重点营运车辆运行状态监测需实现车道级连续监测，在地下道路出入口需布设车牌识别设备。

各监测要素采集输出频率不低于 1 次/min，检测精度需符合道路交通气象环境 JT/T 714、JT/T 715 要求。环境感知设施需布设在检测环境质量有代表性的断面。

**12.4.2** 无线通信设施包括 5G、NB-IOT、C-V2X 等，实现车-车、车-路、车-中心、路-中心双向通信。路侧通信设施布设需考虑线形、交通量、车速、设备通信距离，确保无盲区覆盖。路侧通信设施进行车路通信业务传输时，至少需满足表 14 列举的无线传输指标要求。

表14 路侧通信设施基本通信性能要求

类型	无线传输指标要求			
	数据包大小	有效通信距离	丢包率	时延
单用户通信	300Bytes	≥ 1000m	≤ 5%	≤ 20ms
	800Bytes	≥ 700m	≤ 5%	≤ 20ms
	1500Bytes	≥ 350m	≤ 5%	≤ 20ms
多用户通信 (每个路侧通信设施下 3-4 用户)	300Bytes	≥ 200m	≤ 2%	≤ 20ms

**12.4.3** 交通量较大是指服务水平等级超过三级或交通量超过设计通行能力的情形，运行风险较高是指道路线形指标低于一般值要求，或事故多发路段的情形。

## 13 节能设计与环境保护

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 城市地下道路运用过程中需要长期开启照明、通风、监控等大量设施设备，因此城市地下道路总体设计阶段需重视对节能环保的考虑，优先选用高效、低能耗的设备系统，对通风、照明等能耗较大的设备需采取全面节能设计。照明控制宜采用可根据交通流量情况调整的节能控制方式。城市地下道路给水设计需符合综合利用、节约用水要求。各类水泵房宜具备智能控制，可根据条件变化自动启停水泵，降低能耗。

### 13.3 环境保护

**13.3.1** 城市地下道路可以根据道路等级、线型条件、路面材质和周边环境敏感等级等情况结合环境评估报告建议选取降噪措施。

**13.3.4** 城市地下道路设计过程中需结合周边环境要求选择合适的工法，需减少对周边环境的影响。城市地下道路在设计、施工过程中对废气、噪音、污水以及固体废弃物等需采取全面污染防治设计。废气、噪音、污水以及固定废弃物处置，需符合环境保护要求。

## 14 地下道路工程信息模型

**14.1.4** 深圳市现行地方标准《市政道路工程信息模型设计交付标准》SJG 90、《市政隧道工程信息模型设计交付标准》SJG 92、《综合管廊工程信息模型设计交付标准》SJG 93、《市政道路管线工程信息模型设计交付标准》SJG 94 等对地下道路工程信息模型交付的内容和深度都进行了相关规定，执行本标准时与现行的交付标准保持一致。